RACCOLTA D'AUTORI CHE TRATTANO DEL MOTO DELL'ACQUE. ... TOMO PRIMO \- NONO, ED...

RACCOLTA D' AUTORI
CHE TRATTANO
DEL MOTO
DELL' ACQUE

EDIZIONE SECONDA

CORRETTA, ED ILLUSTRATA CON ANNOTAZIONI,

AUMENTATA DI MOLTE SCRITTURE, E RELAZIONI, ANCO INEDITE,

E DISPOSTA IN UN ORDINE PIU' COMODO

PER GLI STUDIOSI DI QUESTA SCIENZA.

TOMO SECONDO.

IN FIRENZE MDCCLXVI.

NELLA STAMPERIA DI SUA ALTEZZA REALE.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.

I N D I C E

Degli Autori, e delle cose contenute nel Tomo Secondo.

Trattato del Moto dell' Acque, e degli altri corpi fluidi, DEL SIG. MARIOTTE.
— *Prefazione del Sig. De La-Hire.* pag. 3.
— *Parte I. Discorso I. Di varie proprietà de' Corpi Fluidi.* 7.
— *Discorso II. Dell' Origine delle Fontane.* 14.
— *Discorso III. Dell' Origine, e Cause de' Venti.* 22.
— *Parte II. Discorso I. Dell' Equilibrio de' Corpi Fluidi dipendente dalla gravità.* 40.
— *Discorso II. Dell' Equilibrio de' Corpi Fluidi dipendente dall' Elasticità.* 65.
— *Discorso III. Dell' Equilibrio de' Corpi Fluidi dipendente dalla percossa.* 78.
— *Parte III. Discorso I. Del pollice d' acqua per la misura dell' acque.* 99.
— *Discorso II. Della misura dell' acque zampillanti, secondo le differenti altezze delle conserve.* 108.
— *Discorso III. Della misura dell' acque, che escono da zampilli di differenti grandezze.* 112.
— *Discorso IV. Della misura dell' Acque Correnti in un acquidotto, o in fiume.* 122.
— *Parte IV. Discorso I. Dell' altezza de' Getti Verticali.* 125.
— *Discorso II. De' Getti Obliqui, e delle loro ampiezze.* 140.
— *Parte V. Discorso I. De' Cannoni de' Condotti.* 144.
— *Discorso II. Della forza de' Cannoni de' Condotti, e della resistenza de' Solidi.* 150.
— *Discorso III. Della distribuzione dell' acque.* 164.
Regole per i Getti d' acqua, per la Pratica, estratte dall' istesso Mariotte dalle sue Opere.
Della Resistenza de' Tubi Cilindrici di un dato diametro, e caricati da quantità date d' acqua, Memoria DEL SIG. PARENT; *che serve di annotazione al Discorso II. della Parte V. del Sig. Mariotte.* 187.
Problema Idrostatico DEL SIG. CARRE'; *che serve d' annotazione al Discorso della Parte III. del Sig. Mariotte.* 193.

Trattato Fisico-Mattematico della Natura de' Fiumi del Dott. DOMENICO GUGLIELMINI, *con l' Annotazioni d' Eustachio Manfredi, ed alcune Note degli Editori.* 196.

— *Prefazione d' Eustachio Manfredi, autore dell' annotazioni.* 197.

— *Prefazione dell' Autore.* 205.

— *Capitolo I. Della Natura de' Fluidi in generale, e spezialmente dell' acqua, e delle di lei principali proprietà necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia.* 211.

— *Cap. II. Dell' origine de' fonti naturali.* 247.

— *Cap. III. Della Divisione de' Fiumi, loro parti, attinenze, e denominazioni.* 257.

— *Cap. IV. Del principio del moto nell' acque correnti, e delle regole di esso più principali.* 263.

— *Cap. V. Della situazione del fondo de' Fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medesimi.* 299.

— *Cap. VI. Della rettitudine, e tortuosità degli Alvei de' Fiumi.* 339.

— *Cap. VII. De' moti, che s' osservano nell' acque de' Fiumi in diverse circostanze.* 382.

— *Cap. VIII. Dello sbocco d' un Fiume in un altro, o nel mare.* 411.

— *Cap. IX. Dell' unione di più Fiumi insieme, e loro effetti.* 439.

— *Cap. X. Dell' escrescenze, e decrescenze de' Fiumi, e della proporzione, colla quale s' aumentano l' acque de' medesimi.* 457.

— *Cap. XI. Degli scoli delle campagne, e loro regole.* 481.

— *Cap. XII. De' canali regolati, e delle regole più principali da osservarsi nella derivazione di essi.* 502.

— *Cap. XIII. Delle bonificazioni, e del modo, con che esse possono farsi utilmente.* 537.

— *Cap. XIV. Delle considerazioni da aversi, quando si vogliono fare nuove inalveazioni di fiumi.* 546.

TRATTATO
DEL MOTO DELL' ACQUE
E DEGLI ALTRI CORPI FLUIDI
DEL SIG. MARIOTTE

Socio dell' Accademia Reale delle Scienze

DATO ALLA LUCE

DAL SIG. DE LA HIRE

Socio della stessa Accademia.

COLLE REGOLE PER I GETTI D' ACQUA
DEL MEDESIMO SIG. MARIOTTE.

TRADOTTO DAL FRANCESE.

PREFAZIONE.

Tutti quelli che hanno scritto finora di Idraulica, ci hanno date diverse curiosissime osservazioni intorno la gravità, la velocità, ed intorno molte altre proprietà dell' acque. Il Trattato dell' equilibrio de' liquidi del Sig. Paschal è uno de' più pregevoli, sì per le belle scoperte ch' egli ha fatte, sì per le proprietà singolari, le quali egli dimostra d' una maniera sì chiara, e convincente, che non possiamo noi dubitare, che questo grand' Uomo non avesse esaurita interamente questa materia, s' egli ne avesse esaminate le parti tutte che la compongono.

Erano molti anni, che il Sig. Mariotte con straordinaria diligenza s' applicava a fare l' esperienze che sono nel Trattato del Sig. Paschal, per vedere, se questi avesse mai trascurata alcuna delle particolari circostanze, che potessero a lui dar luogo di notare qualche cosa di nuovo. In fatti nelle sue esperienze egli fa molte osservazioni, che non si trovano nel libretto del Sig. Paschal, nè negli altri che l' hanno preceduto; così egli si trovò dipoi insensibilmente impegnato in quella parte di quest' opera che è la più utile, come quella che tratta della misura, o come suol dirsi dell' erogazione dell' acque secondo le differenti altezze delle Conserve, e i differenti fori; Egli passa dipoi alle avvertenze che devonsi avere per condur le acque, ed avendo in fine molto a lungo trattato della resistenza de' solidi, parla della forza che devono avere i condotti per resistere al differente carico dell' acqua.

Egli ebbe occasione di fare sopra di queste parti molte esperienze in presenza di S. A. S. a Chantilly, ove l' abbondanza dell' acque, e l' altezza delle conserve gli fornivano tutti i mezzi necessari. Ne fece molte ancora nell' Osservatorio in presenza de' Sigg. Accademici, ed avendole disposte per ordine, ne compose quest' opera.

Ne' primi giorni della malattia, di cui morì, mi pregò di volermi incaricare dell' impressione di questo Trattato, lasciandomi la libertà di mutare, e di togliere ciò ch' io avessi giudicato a proposito: io poi ho creduto che fosse meglio darlo al Pubblico tal quale egli l' ha composto, che metterci alcuna cosa di mio. Se però io avessi intrapreso di farvi qualche variazione, io non l' avrei fatta se non secondo i sentimenti di tutta l' Accademia, dalla quale non avrebbe mancato di prender consiglio egli stesso sulle difficoltà che vi avesse trovate.

La metà di quest' Opera era bastantemente al pulito per esser data alle stampe; ma non poca fatica mi è costato il riunire il rimanente sulle memorie che mi sono state consegnate dopo la di lui morte.

Ho fatto ogni possibile sforzo per non lasciar niente d' oscuro, o d' intricato nell' ultime parti, e di seguire esattamente l' ordine, che egli si era proposto; nientedimeno non mi sono ardito di schiarire tutti i luoghi difficili per paura d' allontanarmi da' suoi pensieri, o di rendermi forse meno intelligibile di lui.

Avevo anco risoluto di aggiungere in fine di quest' Opera alcune note da me fatte sopra alcuni luoghi, che avrebbero potuto servire di spiegazione, e di conferma, e fra le altre la dimostrazione con i principj d' Archimede del Problema di Meccanica, in cui la proporzione ordinaria è inversa, con alcune osservazioni che ho fatte sull' origine delle fontane, e sull' elevazione de' vapori; ma ho giudicato che fosse meglio darle separatamente, insieme con alcuni altri estratti di Fisica, che aumentare questo volume de' miei pensieri particolari.

Io non avrei tanto differito a far imprimere quest' Opera, se non ne fossi stato frastornato dalle occupazioni importantissime, delle quali mi ha fatto l' onore di incaricarmi il Sig. di Louvois. Egli aveva considerato da se stesso che il fiume Euro dalla sua sorgente fino all' incontro della Senna verso il Ponte de l' Arche, *ove giunge il riflusso del mare, non perscorreva più di 45. leghe, e che alcuni ruscelli, che partivano dalle medesime sorgenti di questo fiume, andavano con grandissima rapidità a incontrare il fiume Huine, e dipoi per la Loira fino al mare, 80. leghe incirca lungi da questa sorgente; ed essendo conosciuta inoltre questa rapidità per mezzo di molti mulini che sonovi sopra, egli giudicò, che il Fiume Euro dovesse avere una grandissima pendenza, e poco tempo dopo la morte del Sig. Mariotte mi ordinò di ritrovare per mezzo d' una livellazione l' altezza di questo fiume per riguardo al Castello di Versailles. Quantunque la distanza tra questo Castello, ed il luogo ove potevasi prendere comodamente il Fiume, fosse più di 20. leghe, le mie livellazioni fatte per differenti vie, e ripetute più volte si sono trovate perfettamente concordi fra lo-*

ro.

ro, e mi hanno fatto vedere, che questo fiume potevasi facilmente condurre all' altezza del Castello di Versailles e che prendendola a Pougoin sette leghe sotto Chartres, egli era 110. *piedi più alto del piano della strada della più alta parte di questo Castello.*

Si devono senza dubbio preferire le acque correnti condotte per acquidotti, a quelle che sono alzate a forza di macchine, poichè quelle non son sottoposte ad essere spesso interrotte da' risarcimenti che fare abbisogna a' condotti, e di più potendo l' acque venire facilmente in grandissima abbondanza: ma siccome in molte occasioni le macchine sono d' una grandissima utilità, e siamo ancora obbligati di servircene per l' elevazione dell' acque, sarebbe stato desiderabile che il Sig. Mariotte ci avesse lasciati scritti i suoi sentimenti sulle differenti trombe ed altre macchine che sono in uso, o che sono state solamente proposte per questo effetto, con un esame, ed un calcolo di ciò che ciascuna di esse in particolare ci somministra, e quale si debba prescegliere nelle differenti occasioni. Egli mi aveva spesso parlato del suo disegno sopra questo soggetto, che doveva essere una delle parti di questo trattato; ma non ho trovato nelle sue memorie cosa alcuna, che fosse ingrado di darsi alla luce. Egli aveva cangiato molte volte l' ordine delle parti di quest' opera; ma finalmente pochi giorni prima della sua morte, me ne diede la seguente divisione, che mi ha molto giovato, e principalmente nelle ultime parti.

Essendo questo libro ripieno d' un grandissimo numero di esperienze, e di molte regole, che da quelle son dedotte, con alcune osservazioni su queste stesse regole, ho creduto a proposito, aggiungervi una molto estesa tavola, affinchè più facilmente trovar si possano i luoghi, ove si parla di qualche materia, di cui si abbia bisogno nell' occasioni. Tutto questo Trattato è diviso in cinque parti.

La prima parte contiene tre discorsi.

- *Il primo discorso tratta di varie proprietà de' corpi fluidi.*
- *Il secondo, dell' origine de' Fonti.*
- *Il terzo, delle cagioni de' Venti.*

La seconda parte contiene tre discorsi.

- *Il primo, dell' Equilibrio de' corpi fluidi per il peso.*
- *Il secondo, dell' equilibrio de' corpi fluidi per l' elasticità.*
- *Il terzo dell' equilibrio de' corpi fluidi per la percossa.*

La terza parte contiene quattro discorsi.

- *Il primo, de' pollici, e delle linee, con che si misurano l' acque correnti, ed i getti.*
- *Il secondo, della misura de' getti, secondo le differenti altezze delle conserve.*

Il terzo della misura de' getti che escono da cannelle di differenti bocche.
Il quarto della misura dell' acque correnti.
La quarta parte contiene due discorsi.
Il primo, dell' altezza de' getti perpendicolari,
Il secondo, dell' altezza de' getti obliqui.
La quinta parte contiene tre discorsi.
Il primo, de' cannoni de' condotti.
Il secondo, della resistenza de' solidi, della forza de' solidi, e della forza de' cannoni de' condotti.
Il terzo, della distribuzione dell' acque.
Abbiamo aggiunto in quest' ultima edizione, un piccol trattato dello stesso Autore, intitolato; Regole per i Getti d' acqua.

PAR-

P A R T E P R I M A.

Di varie proprietà de' Corpi Fluidi, dell' Origine delle Fontane, e delle Cause de' Venti.

D I S C O R S O I.

Di varie proprietà de' Corpi Fluidi.

L'Aria, e la fiamma son corpi Fluidi; l'acqua, l'olio, il mercurio, e gli altri liquori son corpi fluidi, e liquidi; ogni liquido è fluido, ma non ogni fluido è liquido. Io chiamo liquido ciò che, essendo in una sufficiente quantità, scorre, e si spiana, finchè la sua superficie superiore siasi resa orizzontale; e perchè l'aria, e la fiamma non hanno questa proprietà, io non chiamo questi due corpi, liquidi, ma solamente fluidi. La durezza, e la tenacità è opposta alla fluidità; Ciò che è duro, e consistente, come il ferro, e la pietra, si lascia attraversare difficilmente dagli altri corpi, e quando egli è stato attraversato, o forato, le sue parti non si riuniscono: al contrario i corpi fluidi si lasciano attraversare facilmente, e le lor parti separate, tosto si riuniscono, ed in questo appunto consiste la fluidità. Per questa ragione la sabbia minutissima può chiamarsi un fluido, ma non un liquido, poichè ella non scorre sopra un piano poco inclinato, e se di essa empiasi un vaso, le parti superiori non si distendono orizzontalmente da se stesse.

L'acqua è chiamata anco umida da alcuni Filosofi; ma così dovrebbesi propriamente chiamare ciò che è bagnato dall' acqua, ed in questo senso l'aria dicesi umida, quando è molto ripiena di vapori acquosi. La siccità è una qualità opposta all' umidità, ed una tela, che chiamasi umida allorch' ella è bagnata, chiamasi asciutta, quando l'acqua di cui ell'era bagnata, è svaporata.

L'acqua riceve successivamente differenti gradi di durezza, e di liquidità: il suo stato naturale è d'esser diacciata; cioè, allorchè niuna causa esterna agisce sopra di essa, ella si rimane consistente, e non liquida. Un mediocre calore la fa scorrere, e la rende liquida, e nello stes-

stesso tempo alcune parti di essa si inalzano in vapori, cioè in molte piccolissime gocciole separate le une dall' altre, e di una tal piccolezza che non può distinguersi l' una separatamente dall' altra. Se ne vede l' esperienza, gettando nell' acqua un carbone acceso, poichè tosto si vede alzarsi dall' acqua un fumo denso; e quando questi nell' alzarsi si è molto disteso, e che queste piccole particelle si son separate l' une dall' altre, non può più vedersene alcuna di loro.

I vapori quantunque densi, sono qualche volta visibili, e qualche volta invisibili, secondo che le lor particelle sono più, o meno piccole, o sono più o meno agitate. Allorchè esse son visibili, e vicine alla terra, si chiamano nebbia, e quando le medesime sono in alto elevate, si chiamano nuvole. S' inalza maggior quantità di vapori per un gran calore, che per un mediocre; ma se n' alzano ancora per un piccolissimo calore, poichè n' escono ancora dall' acqua diacciata. Io osservai, che due libbre di diaccio diminuivano di peso quasi sei denari il giorno in un grandissimo freddo, d' onde può dedursi, che l' acqua cominciando a diacciarsi, conserva ancora qualche poco di calore, come ne conserva molto il piombo, allorchè dopo essere stato fuso comincia a indurirsi.

Sonovi nell' acqua alcune parti straniere, ed eterogenee, che per mezzo d' un gran calore si trasformano in aria; ciò si esperimenta, ponendo sul fuoco un vaso pieno d' acqua, poichè si vedono in fondo di esso formarsi molte piccole bolle d' aria, ed elevarsi dipoi alla superficie dell' acqua.

Nè si deve credere ch' esse procedano dalla fiamma, che potrebbe passare a traverso del vaso, poichè queste non escono in niun modo dall' olio, allorchè si lascia per un poco di tempo sul fuoco per far da esso svaporare ciò che vi è di acquoso, ancorchè il fuoco si aumenti.

Simili bolle si formano ancora nell' acqua, allorchè ella si congela: e perchè questa materia eterogenea, ch' io chiamo materia aerea, occupa un maggiore spazio quand' ell' è ridotta in bolle d' aria, ella fa forza per estendersi, e non trovando niuna escita a traverso il diaccio, ella fa rompere ancora i vasi stessi che lo contengono, se essi sono più stretti al di sopra, che verso il mezzo.

Per spiegare, d' onde nasce, che questa materia ch' è nell' acqua tien più luogo, quando ella si riunisce in tante bolle d' aria; si può supporre, che l' aria è un ammasso d' infiniti piccoli filamenti attortigliati, e mescolati l' un dentro l' altro come sono i piccoli filamenti di cotone; se si tuffi adunque in un vaso, pieno per la metà d' acqua, un fiocco di cotone ben serrato insieme, questi occuperà al principio un luogo eguale al suo volume, e farà elevare l' acqua nel vaso considerabilmente;

ma

ma se si separino a poco a poco i piccoli filamenti del cotone, di maniera che l'acqua possa insinuarsi per tutti i di lui interstizj, allora la superficie superiore dell'acqua scenderà quasi fino allo stesso segno ov'ell'era avanti che vi si attuffasse il cotone.

Si conoscerà da quest' esperienza, che l'aria può insinuarsi a poco a poco nell' acqua, ed ivi occupare molto minor luogo che quando ella vi è in piccole bolle, e che quando per il moto che gli comunica il calore, o per qualunque altra cagione, essa si raccoglie in piccole bolle dopo essere stata mescolata, e quasi assorbita nell' acqua, ella occupa molto maggior luogo di prima.

Dalla seguente esperienza si conosce, che l'aria s'insinua nell' acqua. Fate bollir l' acqua per lo spazio di due, o tre ore, e dopo che ella si sarà raffreddata, empitene un piccol fiasco di vetro, chiudetene la bocca con un dito, e tuffate il fiasco colla bocca all' ingiù in un vaso pieno d'acqua; e procurate che nella parte superiore del fiasco vi resti una porzione d'aria quanto una nocciuola; voi osserverete che in 24. ore quest' aria non si vedrà più. Ponetevi di nuovo nell' istessa maniera un altra bolla d' aria egualmente grande, questa ancora s' insinuerà, a poco a poco nell' acqua, ma vi abbisognerà più tempo, perchè resti assorbita interamente; molte altre ancora della stessa grandezza potranno l' una dopo l' altra insinuarvisi: ma quando l' acqua finalmente ne sarà abbastanza impregnata, niun altra entrar vi potrà, ed una piccola bolla d' aria di 2. linee di diametro si vedrà rimanersi più di 15. giorni sopra dell'acqua del fiasco, senza mescolarvisi. Questo effetto si osserva anco più sensibilmente nello spirito di vino; poichè se pongasene nella macchina del Vuoto un bicchier mezzo pieno, escirà una grandissima quantità di questa materia aerea sotto la figura di grosse bolle, dopo che si sarà estratta una buona parte dell'aria rinchiusa nel recipiente, ma in poco tempo non vedremo più escirne; e se di questo spirito di vino, la di cui materia aerea sia escita, empiasene una piccola boccia, e vi si lasci entrare una quantità d' aria come un pollice, per farla rimanere nella parte superiore della boccia, dopo averla rivoltata dentro altro spirito di vino, come si è detto di sopra dell' acqua bollita; quest' aria s' insinuerà nello spirito di vino in meno di due ore: e se di nuovo vi se ne infonda un egual quantità per due, e tre volte, anco questa vi si insinuerà; ma se si metta questa bottiglia nella macchina del vuoto, quest' aria che s' era quasi disciolta, e mescolata invisibilmente nello spirito di vino, ricomparirà sotto forma di grosse bolle, dopo che si sarà per un poco estratta l' aria del recipiente: Lo che fa vedere manifestamente, che è vera aria ciò che esce dall' acqua, e da molti altri liquori, quando si fanno congelare, o bol-

bollire, o quando per mezzo della macchina del Vuoto si diminuisce l' elasticità dell'aria, che gli preme; come ho spiegato più a lungo nel Trattato della natura dell'aria.

Io ho veduto ciò che accade all' acqua, quando essa si diaccia, colle seguenti esperienze.

In tempo di grandissimo freddo io posi in un vaso cilindrico alto sette, o otto pollici, e largo sei pollici, dell'acqua già molto fredda, quasi fino a due pollici sotto l' orlo, ed attentamente considerai tutto il progresso della congelazione. Nella superficie superiore dell' acqua cominciò subito una leggiera congelazione di piccole strisce lunghette, e dentellate, disunite fra loro da intervalli non gelati, i quali pure si gelarono a poco a poco, a riserva d' un piccolo spazio verso il mezzo, che non era per anche diacciato, quando il resto della superficie lo era già per la grossezza di due linee. Osservai, che nel fondo, e alle pareti del vaso comparivano nel ghiaccio, che cominciava a formarsi, delle piccole bolle d'aria; alcune salivano in alto, altre restavano imprigionate nel ghiaccio, lo che mi fè credere, che queste piccole bolle venendo ad occupare nell' acqua luogo maggiore, che quando la lor materia vi stava quasi disciolta, questa spingeva un poca d' acqua per il foro che era restato al disopra, come segue appunto in una botte piena di vino nuovo, nella quale quando il vino comincia a bollire sempre ne esce un poco per il foro del cocchiume; quella poca acqua poi, che esciva per questo piccol foro, spandendosi sopra quella vicina, e già diacciata, diacciavasi egualmente, formandovi un rialto di diaccio, ed il foro intanto rimaneva sempre aperto, a cagione dell' acqua che vi passava successivamente, spinta dalle nuove bolle d' aria, che si formavano nel ghiaccio, il quale continuava ad aumentarsi a poco a poco verso i lati del vaso, e verso il fondo: Osservai che la superficie superiore dell' acqua verso gli orli del vaso s' era diacciata fino alla grossezza di più d' un pollice, e più d'un pollice e mezzo all' intorno, e vicino al piccol foro, prima che l' acqua, che ivi stava come in un piccol canale, fosse gelata: ma questa si diacciò finalmente, ed allora il mezzo dell' acqua non essendo ancor punto gelato, e l' acqua spinta dalle nuove bolle che continuarono a formarsi per lo spazio di due, o tre ore, non trovando più la solita uscita per il piccol foro, si ruppe in un tratto questa crosta di diaccio per lo sforzo dell' aria rinchiusa. Feci una seconda esperienza, nella quale dopo, che il ghiaccio era divenuto grosso quasi due pollici, feci scaldare gli orli del vaso, affinchè si fondesse il diaccio nell'estremità, e con questo mezzo l'estrassi intiero dal vaso, senzachè si versasse l' acqua, che era ancor liquida nel mezzo del diaccio. Esposi questa lastra di diaccio all' aria, affin-

affinchè si gelasse il resto dell' acqua, e dopo tre o quattro ore questa lastra si ruppe, e trovai che nel mezzo eravi un vuoto della grossezza di un pollice, e mezzo di diametro, donde era escito il rimanente dell'acqua, che non s'era ancor diacciata, e che riempiva questo spazio. Feci la terza esperienza, nella quale dopo avere estratto dal vaso il diaccio nell' istessa maniera, forai con un grosso spillo il diaccio in quel luogo, ove era stato prima il piccol foro, che si era poi diacciato, ed ove il diaccio era un pollice più elevato, che altrove, a motivo dell' acqua che s' era sparsa presso al foro, e vi si era diacciata; dal foro fatto dallo spillo, tosto ch'io l' ebbi cavato, ne venne un piccolo zampillo d' acqua, e l'acqua di nuovo si gelò nel foro. Io continuai a forare il diaccio in questo stesso luogo, fino che l' acqua si fosse tutta gelata; Esposi dipoi questo diaccio all'aria fredda per tutta una notte, senza che esso si rompesse; lo che mi fe conoscere manifestamente, che la rottura del diaccio nelle precedenti esperienze procedeva dalla forza elastica delle bolle d' aria. Il mezzo di questo diaccio era mescolato appresso a poco di egual quantità d' aria, e di diaccio, e verso la parte esterna del diaccio il numero delle bolle diminuiva proporzionatamente. Se facciasi bollir l' acqua per farne escir la materia aerea prima di esporla alla congelazione, si formerà un diaccio grosso fino a due, o tre pollici, che non avrà alcuna bolla visibile, e sarà perfettamente trasparente, e proprio a produr l' istesso effetto di bruciare per mezzo del raggio solare, come i vetri convessi: Ecco la maniera di rendere questo diaccio convesso. Pongasi un pezzo di questo diaccio trasparente in un piccol vaso scavato in forma di mezza sfera, il di cui diametro, sia un mezzo piede, e mettasi poi sopra un poco di fuoco per farne fondere la parte esteriore; si versi poi l'acqua, inclinando il vaso, a misura che si fonde il diaccio esterno: Rivoltisi dall' altra parte, e si faccia fondere nell'istessa maniera, finchè questo pezzo di diaccio non abbia presa una figura convessa da ambe le parti, ben pulita, ed uniforme; allora se presentisi al sole, produrrà appresso a poco l'istesso effetto per bruciare il foglio nero, o la polvere da schioppo, come se fosse un vetro convesso. Alcuni han creduto che l' acqua bollita si gelasse più facilmente dell' altra, ma avendone poste due quantità eguali in due bicchieri eguali, ed avendo procurato ch' esse fossero raffreddate egualmente prima di esporle alla congelazione, io non potei giammai osservare, che l' una si gelasse più presto dell' altra.

Ne' Fiumi, in que' luoghi, ove l'acqua è stagnante, vi si ammassa del fango, da cui esce molta aria, quando sopra vi si passeggia, ovvero quando vi si caccia un bastone, avvenga ciò o perchè quest' aria vi si formi appoco appoco della materia aerea che è mescolata coll' acqua del

del fiume, o sia perchè l'acqua che scende per piccoli canaletti al di sotto del suo letto, fa elevare l'aria che in essi si trova, la quale imbattendosi nel fango, vi si ferma. Oltre la materia aerea che si trova nell'acqua, ve n'è un altra ancora, che può appellarsi materia fulminante, cui ho riconosciuta con molte esperienze simili a quella ch'io quì riferisco: Pongasi in un piccol vaso di rame o di stagno una grossa gocciola d'acqua, e tant' olio al di sopra fino all'altezza d'un pollice, e pongasi al di sotto del vaso una candela accesa nel luogo corrispondente alla gocciola d'acqua; vedrannosi escire delle piccole bolle d'aria per un determinato spazio di tempo, e dipoi non n'esciranno più, o pochissime; ma quando l'olio si sarà riscaldato, seguiranno delle fulminazioni nella gocciola d'acqua, che faran saltare in alto una porzione d'olio, e separeranno la gocciola d'acqua in due, o tre parti. Questo sforzo può procedere da alcune particelle di sali, o di altre materie disciolte nell'acqua, le quali avendo concepito un certo grado di calore si dilatano in un tratto, come fa l'Oro fulminante.

L'analogia che è tra l'olio, e l'acqua si è che l'olio si condensa e si diaccia per un gran freddo, ma meno fortemente dell'acqua; ch' egli divien fluido a un mediocre calore; che un gran calore lo discioglie in fumo, e in esalazioni simili in consistenza appresso a poco ai vapori che escono dall'acqua; e finalmente che questo fumo, o almeno le di lui parti più sottili, per un fortissimo calore si cangiano in fiamma.

L'aria, il mercurio, e l'acqua, se abbiano in se disciolto molto sal comune, non si gelano, nè induriscono al freddo, come appunto lo spirito di salpietra, lo spirito di vetriolo, e l'altre acque forti; ma si rimangono queste materie tutte, sempre liquide, e fluide; l'acque forti svaporano ancora per l'attività del calore.

Il mercurio, l'acqua, l'olio, il vino, lo spirito di vino, e gli altri liquori al caldo si dilatano, ed a un mediocre freddo si condensano, senza ch'egli apparisca perciò che alcuna sorte d'aria vi sia mescolata, o che n'esca bolla veruna. Pongasi dell'olio in una bottiglia di collo lungo e stretto, e scaldisi mediocremente; questi salirà a poco a poco per il collo, e raffreddandosi discenderà fino al corpo della bottiglia, senza che si veda entrare, o escire l'aria; ed essendo la bottiglia anco tutta piena d'olio mediocremente caldo, si rivolti, sostenendola con un dito, e se ne tuffi il collo fino alla metà nell'acqua fredda; l'olio raffreddandosi lascerà il collo che occupava, e l'acqua vi subentrerà in sua vece; ma se scaldisi di nuovo mediocremente la bottiglia, l'olio di nuovo scenderà, e caccerà l'acqua, senza che vi si vedano formarsi bolle d'aria. Questo effetto è sensibilissimo nello spirito

rito di vino di cui s' empiono i termometri di vetro sigillati ermeticamente; poichè quando è gran freddo, lo spirito di vino scende fino alla palla, e nel gran caldo sale fino alla cima del cannello, quantunque sia alto più di due piedi. Ho veduto termometri pieni di mercurio in vece di spirito di vino, che facevano quasi lo stesso effetto.

Il mercurio non si scioglie in vapori, se non per un gran caldo. Io ho tenuto due anni un vasetto, ov' era quasi una libbra di mercurio, in un gabinetto battuto dal Sole nell' Estate, e dopo tanto tempo ho ritrovato il mercurio quasi dello stesso peso; Ma se si esponga questi a un gran fuoco, s' inalza in vapori invisibili, i quali ricevuti in un lambicco, escono da esso sotto forma di mercurio fluido, e liquido, come avanti l' evaporazione.

Osservasi nell' acqua una specie di viscosità, per cui le sue parti si uniscono l' une all' altre, e ad alcuni altri corpi, come al legno, al vetro pulito, di maniera che una goccia d' acqua ben grande si riman sospesa al vetro, ed al legno senza cadere, ed allorchè se ne pone in un bicchiere ben pulito senza empirnelo interamente, essa si eleva, unendosi all' orlo del bicchiere, al disopra del suo livello fino a più d' una linea e mezzo: e quantunque non si possa ben dire in che consista questa viscosità, egli è evidente, che i suoi effetti seguono sempre. Così due gocciole d' acqua separate, si uniscono insieme, e non fanno più che una sola gocciola subito che esse si toccano un poco: l' istesso accade a due gocce di mercurio, a due gocce d' olio posate adagio sopra l' acqua, avvicinandole l' una all' altra; e si vede ancora, che le piccole bolle d' aria, che sono in fondo di un piatto pieno d' acqua quand' egli è stato sul fuoco, si uniscono a quelle che loro son vicine, se con uno spillo, o in altra maniera si urtino l' una contro dell' altra. Vidi una volta scorrere sopra una tavola di pietra pulita un poco di mercurio della grandezza d' un pollice; questi s' imbattè in una piccola cavità della tavola, ove entrò una particella di mercurio, e continuando il resto a scorrere, fu sul punto di separarsi dal poco che era restato nella cavità, non essendo il mercurio, che univa queste due quantità, largo più di due linee in circa; pure questa viscosità, che unisce insieme le parti del mercurio, gl' impedì separarsi, onde la parte, che già si partiva, ritornando presso alla parte, che era rimasta nella cavità, fermossi tutto il mercurio insieme, sopra, ed intorno alla detta cavità. Per spiegare in qualche maniera questa viscosità, si potrebbe dire, che ciascuna di queste materie ha le sue particelle in perpetuo moto, e che quelle di ciascheduna specie hanno certe figure proprie ad appiccarsi, e ad unirsi l' une all' altre, e che esse s' avvincolano, e s' appiccano necessariamente, atteso il lor moto, subito

che

che si toccano insieme. Vi sarebbe un altra cagione da congetturarsi, cioè, che avendo l'aria una forza d'elasticità, vorrebbe ridurre questi corpi fluidi nel minore spazio, che possano essi occupare, che è la figura sferica; ma potrebbe essa per la stessa ragione ridurre in un sol globo una goccia di mercurio, e una goccia d'acqua, e di più questa cagione non avrebbe più luogo nella macchina del Vuoto, dopo avere estratta l'aria del Recipiente; poiche l'aria che vi resta non ha più elasticità considerabile, e nondimeno le gocciole d'acqua, come pure la goccia di mercurio si uniscono insieme, e prendono in quest'aria estremamente rarefatta una rotondità tale, quale nell'aria comune. In questi dubbj potremo contentarci di prender per principio d'esperienza, che i fluidi della stessa natura son disposti ad unirsi insieme, tosto che si toccano, e si potrà chiamare quest'effetto, se così si vuole, moto d'unione. Vi sono ancora de' corpi, a' quali l'acqua non s'attacca, o difficilissimamente, come il Grasso, le foglie di cavolo non maneggiate, le penne di cigno, e d'anatra; Essa vi si posa sopra, divisa in piccole bolle, e se è in gran quantità vi si dispone colle sue estremità rotonde, livellandosi nel rimanente. Il mercurio non s'attacca nè al vetro, nè al legno, nè alla pietra, e questo appunto gli ha dato il nome d'argento vivo, poichè quando egli è in poca quantità, scorre per il proprio peso sopra queste materie, finchè non incontri delle piccole cavità, che lo ritengano; ma s'attacca poi con facilità allo stagno, all'oro, e ad alcuni altri metalli, e resta ancora tanto da essi imbevuto, e tanto discontinuate le di lui parti, che non compone più che un sol corpo con quelli; e questo è appunto ciò che da' Chimici chiamasi *amalgamare*.

DISCORSO II.

Dell' Origine delle Fontane.

I Vapori acquosi, che da' mari s'inalzano, da' fiumi, e dalle terre umide, giunti essendo alla region mezzana dell'aria, ed avendovi formate le nuvole, si raffreddano, nè possono più alto salire, incontrando essi un aria meno condensata di quella, che è vicina alla terra, la quale essendo meno pesante delle nuvole, non le potrebbe perciò sostenere. Questi vapori essendo agitati da' venti, si urtano gli uni con gli altri, ed insieme si uniscono, e così di più piccole gocciole impercettibili formandosi le grandi, che cominciano a pesare più dell' aria inferiore, e discendendo a poco a poco, e incontrandone altre più piccole, accade ch'elle ingrossano successivamente, e per questo mez-

mezzo finalmente esse divengono pioggia: Quelle che vengono dalle nuvole più alte son le più grosse, perchè esse hanno maggior spazio per ingrandirsi; e s' ingannò Aristotile allorchè egli sostenne il contrario: la ragione ch' egli n' adduce si è, che se gettisi una secchia d' acqua da una finestra altissima, quella si divide in gocciole più piccole di quel che sarebbero se non si fosse gettata di tant' alto; ma questa comparazione è fallace, poichè egli è verissimo, che una gocciola grossa come un pollice, cadendo per l' aria con maggior velocità d' una molto piccola, si separa facilmente in due, o tre parti per l' incontro dell' aria, principalmente quando tira gran vento, onde le più grosse gocciole non sono ordinariamente larghe più di tre linee in circa, ed allorchè due o tre di queste gocce si uniscono insieme, si separano subito, e non possono giungere a questa grossezza di tre linee di diametro, se non dopo essersene molte unite insieme; quando le nebbie si fanno folte, spesso si vedono cadere gocciole piccolissime di pioggia, che neppur ben si discernono, se esse non campeggino in qualche oggetto nero.

Se dunque in principio la pioggia è minutissima, egli è chiaro, che bisogna ch' ella cada di molto alto per ingrossarsi; e per questo motivo appunto le piogge d' inverno sono ordinariamente minutissime, perchè le nuvole s' inalzano allora ad una piccola altezza. Ho osservato, che essendo coperto il Cielo di dense nuvole, e cadendo una gran pioggia di grosse gocciole appiè d' una montagna altissima, le gocciole erano minori à misura ch' io saliva sulla montagna, e quando io fui quasi alla cima, la pioggia era minutissima; io mi trovava allora involto fra la nebbia, che mi sembrava una nuvola, quand' io era appiè della montagna.

Una sola nuvola trasportata da' venti impetuosi può dar la pioggia successivamente a uno spazio di più di cinquanta leghe, lo che si è spesso potuto notare per la strage fatta dalla grandine formatasi in una sola nuvola.

Le piogge cadute penetrano nella terra per piccoli canali, ch' esse vi trovano, e perciò nello scavare la terra un poco profondamente si trovano d' ordinario questi canaletti, l' acqua de' quali unendosi in fondo degli scavi fatti, forma l' acqua de' pozzi; l' acqua poi delle piogge che cadono sulle colline, e sulle montagne dopo aver penetrata la superficie della terra particolarmente, quando ella è leggieri e mescolata di ghiaia e di radici d' alberi, s' imbatte sovente in strati di terra, o di macigni andanti, lungo i quali, non potendoli penetrare, ella scorre, finchè giunta appiè della montagna, ovvero ad una distanza considerabile dalla cima, ella ritorna fuori, e forma così le fontane,

Que-

Quest'effetto della Natura è facile a provarsi; poichè primieramente l' acqua delle piogge cade tutto l'anno in quantità più che sufficiente per mantener le fontane, ed i fiumi, come col calcolo si farà vedere in appresso; secondariamente si osserva ogni giorno, che le fontane s' aumentano, o diminuiscono a misura ch' e' piove, o ch' e' non piove, e se passano due mesi senza considerabile pioggia, la maggior parte di esse diminuisce della metà; e se l' aridità continua ancor due, o tre mesi, la maggior parte si dissecca, e l' altre diminuiscono di due terzi, o di tre quarti d' acqua, donde può concludersi, che se per un intero anno non piovesse, non vi resterebbero che pochissime fontane, la maggior parte delle quali sarebbero scarsissime d' acque, o cesserebbero tutte interamente. I gran fiumi come la Senna, scemano spesso alla fin dell' Estate più di $\frac{2}{3}$ della quantità d' acqua ch' essi hanno dopo le gran piogge, quantunque l' aridità non duri tre mesi continui: e se vi sono alcune fontane, che diminuiscano solamente della metà, o d' un terzo, ciò procede dalle gran conserve, che si sono scavate naturalmente ne' massi col portarne via la terra, e non avendo che piccoli fori per indi escire: donde pure avviene che queste non crescono a proporzione dell' altre per le piogge continue. Alcuni Filosofi portano un altra cagione dell' origine delle fontane, cioè, che s' alzano de' vapori dalle cavità profonde della terra, i quali incontrandosi ne' massi posti in volta nell' interna sommità delle montagne, si convertono in acqua come nel capitello d' un lambicco; e che quest' acqua scola dipoi appiè, o per il pendìo delle montagne; ma questa ipotesi può difficilmente sostenersi, poichè (*Fig.* 1. *Tav. I.*) se ABC è una volta nella montagna DEF; egli è chiaro che se i vapori si riducessero in acqua nel concavo di questa superficie ABC, caderebbe quella perpendicolarmente verso HGI; e non verso L, o M, e, per conseguenza non formerebbe mai una fontana; inoltre si nega che vi sieno nelle montagne molte di queste caverne, nè si potrebbe farle vedere; che se dicasi, che dalle parti, e al dì sotto di ABC vi è della terra, si potrà rispondere, che i vapori scapperanno dalle parti verso A, e C, e che pochissimi si risolveranno in acqua, e poichè si vede sempre della terra argillacea ove sono le fontane, egli è molto verisimile, che queste pretese acque lambiccate non potessero passare a traverso di essa, e per conseguenza le fontane non potrebbero esser prodotte da questa cagione.

Alcuni Autori riferiscono, che alcune fontane hanno lasciato di gettare, per avere scoperte alcune gran concavità sotterranee, donde era escita gran quantità di vapori, che si risolvevano prima in acqua in queste caverne; a ciò può rispondersi che queste istorie son sospette; nè si nega pertanto che non vi possano essere nella cima d' una monta-

gna

gna, principalmente in quelle che son coperte di neve, luoghi talmente disposti, sicchè i vapori che si condensassero per l' incontro d' un gran strato di pietra, come in un lambicco, potessero formare qualche piccola vena d' acqua che escisse da un lato; ma ciò è difficilissimo a combinarsi, e non si potrebbe da questo dedurre una conseguenza universale per le altre fontane.

Si suole opporre ancora, che le piogge dell' Estate, benchè copiosissime, non entrano sotterra che un mezzo piede incirca, come si osserva ne' giardini, e ne' terreni lavorati: io convengo dell' esperienza; ma sostengo che ne' terreni non coltivati, e ne' boschi sonovi molti canaletti vicini alla superficie, ne' quali entra l' acqua della pioggia, ed i quali sono continuati a una gran profondità, come si vedono ne' pozzi scavati profondamente; e di più dico, che quando piove dieci, o dodici giorni di seguito, il di sopra de' terreni lavorati si bagna interamente, ed il resto dell' acqua sopravveniente passa ne' piccoli canaletti che sono al di sotto, e che non sono stati rotti dal lavoro.

Si vedono ne' sotterranei dell' Osservatorio Reale di Parigi, cader dall' alto delle volte naturali di pietra, che vi sono, molte gocce d' acqua, e si conosce facilmente, ch' esse non procedono da' vapori, perchè si vedono sempre colare dalle fessure, o da' fori del masso, essendo ogni altro luogo asciutto, o pochissimo umido; e questo segue appunto dopo le gran piogge: vi è un luogo pure, ove è la maggior volta, donde in ogni tempo distillano molte gocce d' acqua, ma procedono queste da un ammasso d' acqua, che è direttamente al di sopra.

Sonovi delle cave in molti luoghi, delle quali la cima è a guisa di volta, nè vi è sopra più, che venti, o trenta piedi di terra, ove può osservarsi che i piccoli gocciolatti d' acqua, che vi si formano, passano per le piccole fessure tra gli strati della pietra, e che essi procedono dalle piogge, perchè non compariscono che dopo le gran piogge, e non durano più di quindici giorni, o tre settimane dopo che è restato di piovere; e si può facilmente da ciò giudicare, che le altre fontane si formino nella stessa maniera.

L' Estate dell' Anno 1681. fu in Francia aridissima, lo che fe seccare la maggior parte de' pozzi, e delle fontane in molti luoghi, e quantunque fosse un grandissimo freddo alla fin d' Ottobre, e al principio di Novembre, l' acque continuarono a diminuire, lo che non avrebbero fatto, se si fosse formata dell' acqua da' vapori elevati da' luoghi sotterranei, e condensati dal freddo della superficie della terra. Ne' sotterranei dell' Osservatorio vi era una cavità, ov' era stata sempre l' acqua dall' anno 1668. all' anno 1681. ma l' aridità di quest' anno la fe seccare interamente, e nel Febbraio del 1682. non eravene neppure una goccio-

la, quantunque fosse molto piovuto per molti giorni sul principio di questo mese; ed essendo l'estate seguente stata molto piovosa, l'acqua non vi ritornò nientedimeno nel mese di Settembre, neppure negli anni seguenti.

Se gettisi sopra un terreno forte, e difficile a esser penetrato dall' acqua, una gran quantità di pietre, di sabbia, e di rottami mescolati di terra per l' altezza di dieci, o dodici piedi, nel luogo più basso si formerà una piccola fontana che scorrerà sempre, se questo terreno è della grandezza di cento, o 200. piedi quadri.

Io ho veduto quest' effetto in un luogo ove eransi ammassati de' rottami all' altezza di tre piedi in circa; conteneva questi in superficie un po' meno di 500. pertiche (a); seguiva che l'acque delle pioggе che cadevano su tal luogo, e sopra i tetti delle case vicine erano trattenute da questi rottami, nè gli attraversavano che a poco a poco, nè potendo penetrare il pavimento, e il terreno forte inferiore, esse si gettavano finalmente nel luogo più basso, ove formavasi una piccola vena d' acqua continua.

La terra delle montagne è disposta qualche volta di tal maniera, che le acque, che vi entrano possono di nuovo uscir fuori, o scorrer tra due terre, ovvero tra la terra, e i massi; ed allora non possono scoprirsi se non facendo de' tagli a mezza costa molto profondi, e spesso accade, che in questa maniera già usata in molti luoghi si raccoglie una ragionevol quantità d' acqua.

Vi sono alcune fontane, che vengono dal mezzo delle montagne, e queste si formano allorchè le acque delle piogge avendo trovato un passaggio per mezzo la terra sabbiosa, e per le fessure de' massi fino a due terzi, o tre quarti dell' interno della montagna, trovando ivi un fondo continuo di argilla durissima, o alcuni strati andanti di pietra, vi si fermano, e vi s' ammassano a un altezza considerabile, e premendo da tutte le parti per il proprio peso, fanno finalmente alcune aperture verso il piede della montagna tra le fessure de' massi. Questa specie di fontane durano più dell'altre nelle gran siccità, e possono essere anco imbevute di diversi sali, e d' altre materie, che vi si disciolghino.

Si vedono tal volta delle fontane poste quasi alla cima delle montagne, ed alcuni sostengono, ch' esse sono nel luogo più alto; io ho osservato una di queste in una montagna lontana due leghe da Dijon; essa dà molt' acqua: e quando le si è vicinissimi non si vedono piu di quaranta piedi d' altezza di terreno sopra di essa, il di cui pendìo è asprissimo;

(a) La pertica, e l' altre misure delle quali si parla in questo Trattato, son parigine. La pertica è di 36. piedi quadri.

ſimo; ma ſe da lontano riguardiſi queſta montagna, ſi vede eſtenderſi eſſa con un pendìo molto ſenſibile per più di 500. pertiche in lunghezza, e 200. in larghezza (a). In una tale eſtenſione cade acqua abbaſtanza per mantenere queſta fontana, come ſi proverà in ſeguito.

Sopra alcune montagne ſonovi de' laghi che formano piccoli ruſcelli: e ciò può ſeguire poichè all' intorno del lago vi è il terreno più elevato del livello dell'acqua, e d'una eſtenſione molto grande.

Mi ha detto il Sig. Caſſini, aver egli veduto in Italia un vaſtiſſimo lago ſopra un alta montagna, ove erano di quà, e di là de' rialti di terra, lunghi più d' una mezza lega, ch' erano ſpeſſo coperti di neve, gli ſcoli della quale con l'acque piovane potevano facilmente mantenere un lago, che avrà avuto il fondo d' un terreno forte, o di maſſi andanti; ivi è ordinariamente un grandiſſimo freddo, e perciò queſt' acqua non eſala molto.

Vi è una ſimil fontana a Monte Valeriano diſtante due leghe da Parigi. Il terreno, che la produce ha quaſi cento pertiche di lunghezza, e di larghezza: Eſſa è preſſo una caſa poſta quaſi a un terzo dell' altezza della montagna. In molti altri luoghi dalla medeſima parte vi ſi trova l' acqua, e vi ſi formano delle piccole fontane, ſcavando la terra alla profondità di ſette, o otto piedi; poichè ſe dopo aver trovata l'acqua ſi continua l'apertura orizzontalmente verſo la parte più baſſa della montagna, finchè giungaſi alla ſuperficie eſterna del terreno, ſi avrà una piccola fontana, che di rado ſi ſeccherà. Dall' altra parte della ſteſſa montagna nel luogo più baſſo vi è una belliſſima fontana, che non ſi ſecca mai. Ve ne ſono tre, o quattro anco a Monte Martre; la più alta è ſotto la cima della Montagna 50. piedi in circa; il terreno, che produce la più grande, non hà più di 300. pertiche di lunghezza, e 100. di larghezza. Queſta dà pochiſſima acqua, anco dopo le gran piogge; ciaſcuna delle due altre non dà neppure la quarta parte della grande, e buttano ſolamente dopo le piogge abbondantiſſime.

La Città di Langres è poſta nell' eſtremità d' un eminenza altiſſima, la quale continua al medeſimo livello per una lega in lunghezza con una larghezza mediocre; Vi è in faccia un altra montagna della ſteſſa altezza, e lunghezza appreſſo a poco, e larga più d'un quarto di lega; tra queſte due montagne vi è una valle, per cui ſcorre un gran ruſcello, o fiumicello, che naſce da molte fontane che non ſon molto lontane dalla cima di queſte montagne, e ſi può facilmente credere, ch' eſſe ſieno prodotte dall' acque delle piogge, che cadono ſu' pia-

(a) La pertica è di 6. piedi; onde 500. pertiche ſono circa br. a terra fior. 1773., e 200. pertiche ſono circa br. a terra 709. $\frac{1}{2}$

ni, che sono in cima di tali montagne, e che hanno una molto spaziosa estensione; ed è osservabile, che molta più acqua scende da quella, che è in larghezza più estesa.

Tutte l' altre fontane, son quasi simili a quella, e devono avere sopra di se altezze di terreno considerabili. Vi è una campagna lontana sei leghe da Parigi, tra la Valle di Palezò, e quella di Marcussi, che è larga una lega, e lunga più di due, ove si vedono de' paduletti in alcuni luoghi, intorno a' quali il terreno non resta alto più di 5. ò 6. piedi; ma alla profondità di due, o tre piedi il terreno ivi è durissimo, particolarmente presso il Castello di Bellosguardo, ove sono tre, o quattro di questi paduletti; ed è questo terreno talmente impenetrabile all' acqua, che per farvi un condotto d' acqua basta scavare un fossatello profondo 2., o tre piedi, e riempirlo di pietre senza mettervi in fondo punto smalto. Potrebbesi opporre, che in tutto l' anno non cade tanta acqua per mantenere i gran fiumi che sboccano in mare.

Per sciogliere questa difficoltà mi servo d' un esperienza, che è stata fatta a Dijon a mia richiesta, già son sette, o otto anni, da una abilissima persona, ed esattissima nelle sue esperienze. Egli aveva posto quasi in cima alla sua casa un vaso quadro di circa due piedi di diametro; eravi in fondo un cannello, che portava l' acqua della pioggia che vi cadeva, in un vaso cilindrico, ove era facile a misurarsi l' acqua tutte le volte, che pioveva; perchè quando l' acqua era in questo vaso cilindrico, pochissima esalar potevasene nello spazio di cinque o sei giorni. Il vaso di due piedi era sostenuto da una spranga di ferro, che sporgeva fuori della finestra, ov' era posto, più di 6. piedi, affinchè ricevesse l' acqua solamente della pioggia, che cadeva immediatamente nella larghezza della sua bocca, e v' entrasse la sola acqua, che cader doveva secondo la proporzione della sua superior superficie. Il resultato di quest' esperienze si fu, che in un anno cadeva ordinariamente tant' acqua di pioggia, che faceva quasi l' altezza di 7. pollici. L' Autore del Libro intitolato Dell' *Origine delle Fontane*, ci assicura d' aver fatta una simile esperienza per tre anni, e che l' un per l' altro, l' acqua caduta in un anno era giunta all' altezza di 19. pollici, linee $2\frac{1}{3}$.

Io prendo meno ancor di ciò che danno queste osservazioni, e suppongo, che l' acqua della pioggia caduta in un anno giunga all' altezza di 15. pollici; e su questo supposto una tesa riceverebbe in un anno 45. piedi cubi d' acqua, e posto che una lega contenga in lunghezza 2300. tese, una lega quadrata conterrà 5290000. tese superficiali, che moltiplicate per 45. danno 238050000. piedi cubi.

Le sorgenti più lontane dalla Senna, son quasi 60. leghe distanti da

da Parigi, quelle cioè del Fiume d'Armanson, e degli altri Influenti, che entrano ne' fiumi d'Ionna, e della Senna a prenderli dalle sorgenti più prossime alla Loire vicino alla Carità, e quelle che entrano nella Marne cominciando da quelle, che sono più vicine alla Mosa al di là di Bar-le-Duc. La distanza di queste sorgenti, le più lontane l'une dall'altre, è di 60. leghe in circa. Che se si tagli il fiume della Senna con una linea perpendicolare, che passi lontano da Parigi cinque, o sei leghe, per la parte di Corbeil, si trovano delle sorgenti verso l'estremità di questa linea, che son distanti fra loro 45. leghe in circa. Io suppongo dunque, che tutta quest'estensione di paese contenga 60. leghe di lunghezza, e 50. di larghezza, che fanno 3000. leghe superficiali, le quali moltiplicate per 238050000., danno di prodotto 714150000000., donde si vede, che i terreni, che mantengono d'acqua la Senna a Parigi, ricevono in un anno dalle piogge 714150000000. piedi cubi d'acqua.

La Senna sopra il Ponte Reale, allorchè ella tocca le due ripe, cuoprendo appena l'estremità del terreno dall'una, e l'altra parte, è larga 400. piedi, e la sua profondità media è piedi 5.; allora ell'è nella sua gonfiezza media; la sua velocità nella superficie è tale, che percorre quasi 150. piedi in un minuto; ella ne percorre 250. quando le sue acque sono nella massima altezza: poichè un bastone trasportato dal filone, si muove con la stessa velocità d'un uomo che cammini molto presto, il quale può fare in un ora 15000. piedi, e perciò 250. in un minuto, cioè 4. piedi in circa in un secondo. Ma non muovendosi nel fondo l'acqua coll'istessa velocità, che nel mezzo, nè il mezzo con egual velocità, come la superficie superiore, conforme si proverà in seguito, si possono perciò prendere per velocità media 100. piedi in un minuto.

Il prodotto di 400. piedi di larghezza per 5. piedi di altezza media è 2000. piedi, essendo la Senna in alcuni luoghi alta 8., ò 10. piedi, ed in altri, piedi 6., 3., ò 2.; e il prodotto di 2000. per 100. piedi è 200000. piedi cubi, e per conseguenza da una sezione del Fiume Senna sopra Ponte Reale passano 200000. piedi cubi d'acqua in un minuto, e 12000000. in un ora, ed in 24. ore 288000000., e 105120000000. in un anno, che non è la sesta parte dell'acqua, che cade in un anno per le piogge, e per le nevi, cioè 714150000000. piedi cubi. E' dunque manifesto, che quando un terzo dell'acqua delle piogge svaporasse subito dopo esser caduta, e che la metà della rimanente restasse ne' terreni superficiali per mantenerli umidi, come ordinariamente si vedono, e ne' luoghi sotterranei al di sotto delle gran pianure; e che il rimanente solo dell'acqua si portasse per piccoli canali a for-

mar le fontane nel pendio, o sotto le montagne, questo sarebbe bastante per produrre queste fontane, ed i numi tali, quali si vedono. Se nel calcolo sopradetto si prendano 18. pollici in vece di 15. si troverà in vece di 714150000000., piedi 856980000000. cubi, che daranno otto volte più d' acqua, che la Senna ne porta.

Per calcolare l' acqua della maggior fontana di Monte-Martre, bisogna moltiplicare 300. pertiche di lunghezza per 100. di larghezza; il prodotto è 30000. tese, le quali, a 54. piedi cubi per tesa, daranno 1620000. piedi cubi in circa in un anno. Il terreno di questa montagna fino alla profondità di 2. ò 3. piedi è sabbioso, sotto di cui v' è l' argilla; una parte dell' acqua delle gran piogge scorre subito appiè della montagna, una porzione della rimanente resta nella sabbia vicino alla superficie, il resto scorre tra la sabbia, e tra l' argilla, e se suppongasi ancora che questa sia la quarta parte solamente del totale, il quale è in un anno 56700000. pinte (a) ovvero 155341. in un giorno, che si riducono a 6472. pinte in un ora, e 107. in un minuto, questa quarta parte sarebbe 26. pinte in circa in un minuto, che dovrebbe dar questa fontana; e di fatto quest' è quasi appunto ciò ch' ella dà, allorch' ell' è più che mediocre.

DISCORSO III.

Dell' Origine delle cagioni de' Venti.

L'Origine de' Venti è molto più difficile a scoprirsi di quella delle fontane, perchè avendo ciascuna fontana il principio della sua produzione, e l' origine della sua sorgente in una sola montagna, una sola persona ne può osservare tutte le circostanze più considerabili; ma un medesimo vento stendendosi bene spesso per lo spazio di più di 100. leghe, abbisognano necessariamente più osservatori contemporanei, per sapere d' onde cominci, ed ove finisca, e quale spazio egli occupi in larghezza.

Molte volte ho cominciato a tener più corrispondenze per far queste osservazioni nell' estensione di sette, o ottocento leghe contemporaneamente in molti luoghi dell' Europa, come per esempio da Parigi fin a Varsavia, e verso l' estremità dell' Italia, e la Spagna, e da Londra fino a Costantinopoli, di cento in cento leghe; Ma quantunque molti curiosi, a' quali io n' aveva parlato, o scritto, me l' avessero pro-

(a) La Pinta Parigina è di due fogliette, e contiene libbre due d' acqua, ciascuna di 16. once; fa 43. pollici cubici: sul qual dato può ragguagliarsi ad altra misura.

promeſſo, e che per me ſi faceſſero eſattamente le mie oſſervazioni a Parigi, ed altrove, io non ho potuto ottenere che pochiſſime corriſpondenze, delle quali io parlerò in appreſſo.

Ariſtotile, ed alcuni altri Filoſofi han creduto, che i venti procedeſſero dall'eſalazioni, o fumi elevati dalla terra, allorchè eſſi ſi riflettevano dopo eſſer ſaliti perpendicolarmente fino alla regione mezzana dell'aria. Queſt'opinione ha pochiſſima veriſimiglianza, perchè l'eſalazioni s'inalzano lentiſſimamente, e per conſeguenza la lor rifleſſione può dar ſolamente un fiacchiſſimo moto all'aria, e non è capace di produrre ſe non un vento molto mediocre, che regnerebbe ordinariamente nella ſola regione mezzana dell'aria, e non ſcenderebbe mai fino alla ſuperficie della terra. Egli è vero, che s'egli s'alza in qualche luogo particolare una ſtraordinaria quantità d'eſalazioni, e di vapori, queſti potranno occupare luogo baſtante nell'aria per ſpingerne una parte di eſſa in cerchio, ma queſto ſolo moto dell'aria ſarebbe troppo debole per produrre un vento conſiderabile, che aveſſe inoltre la velocità eguale a quella della maggior parte de' venti. Ne ſeguirebbe ancora da queſt'opinione, ſe foſſe vera, che non verrebbero venti dall'Oceano verſo la Francia, e la Spagna, poichè niuna, o pochiſſime eſalazioni s'inalzano dall'acque del mare; ma ſolamente de' vapori acquoſi; e nientedimeno vi ſi ſvegliano de' venti d'Occidente violentiſſimi.

Carteſio che ha voluto render ragione di tutto, ha creduto che le nuvole ch'erano ſul punto di ſcioglierſi in pioggia, poteſſero produrre i venti cadendo dall'alto l'une ſopra l'altre; ma egli non ha conſiderato, che non vi è nuvola così denſa che non abbia molt'aria negl' intervalli de' vapori che la compongono, e che per queſta ragione l'aria, che è tra due nuvole può paſſare facilmente a traverſo a miſura ch'eſſe ſi accoſtano l'una all'altra, o ch'eſſe cadono dall'alto al baſſo verſo la terra; aggiungaſi di più che le nuvole ſuperiori ſcendono sì lentamente ſulle inferiori, che egli è impoſſibile ch'eſſe comunichino una gran velocità all'aria, che è tra due di loro, e non può mai riſultarne un moto d'aria da una ſola parte, che poſſa eſſer portato per uno ſpazio comunque conſiderabile. La ragione che adduce queſt' Autore per provare, che queſte nuvole elevatiſſime producono le tempeſte, cioè, che quanto più i corpi peſanti cadono da alto, tanto più la lor caduta è impetuoſa, è un puro ſofiſma: poichè queſto accade ſolamente ne' corpi peſanti come le pietre, e i metalli, ma trattandoſi delle nuvole, che cominciano a ſcendere quando ſono ſul punto di diſcioglierſi in piccole gocciole d'acqua, la maggior velocità, che poſſano eſſe acquiſtare nello ſcendere, ſi è di fare cinque o ſei piedi nel-

nello spazio d'un secondo, e questa velocità può acquistarsi da queste piccole gocce d'acqua, cadendo solamente dall'altezza di cinquanta piedi. Questo stesso Autore s'è ingegnato ancora di spiegare l'origine de' venti per le dilatazioni ineguali de' vapori, ed ha sostenuto che i vapori, dilatandosi mille volte più dell'aria in proporzione, dovevano essi esser cagione de' venti, portando per esempio il vento dell'Eolipile; ma tutti questi raziocinj son fondati sopra false supposizioni: poichè non è vero, che l'aria estremamente riscaldata produca solamente i vapori, mentre essa produce ancora molt'aria, ed altre materie ancora più rarefatte, com'è stato spiegato poco avanti, e ciò appunto produce il vento dell'Eolipile, e non i vapori acquosi, che queste materie rarefatte fanno escir seco insieme: Perchè i vapori, che altro non sono che piccole particelle d'acqua, fatte separar dall'acqua per la forza del calore, non si cangiano in aria, e non occupano maggiore spazio essendo rarefatti, mentre questa rarefazione, parlando propriamente, non è se non una separazione di queste piccole particelle, nella stessa maniera appunto, che, gettandosi all'aria un pugno di cenere, o di polvere in una camera, le piccole particelle di cenere sparse non occupano maggior luogo nella camera, che quando ell'erano in mano, e non spingono al di fuori l'aria per farsi luogo; e se fosse vero che i vapori, che compongono una nuvola facessero nascere i venti, la nuvola si rimarrebbe immobile, e manderebbe il vento all'intorno di se per tutte le parti, lo che è contrario all'osservazioni, perchè vedesi per esperienza, che i venti spingono, e trasportano le nuvole per una parte sola, ed occupano in larghezza uno spazio maggiore delle nuvole più grandi. Essendo un giorno in cima del Terrazzo dell'Osservatorio, osservai venir da Ponente una gran nuvola, da cui vedevasi cadere una densissima pioggia; questa cadeva già 300. passi lontana dall'Osservatorio, e non sentivasi ancora alcun vento considerabile sul Terrazzo; io scesi con quegli che erano meco per fuggire la tempesta, che durò sette, o otto minuti, e allor che fu cessata, io vidi che la nuvola era passata, ed era già molto lontana; ma non sentivasi perciò vento più considerabile sul Terrazzo. Dal che conobbi manifestamente, che il vento aveva cagionato questa pioggia, e che la nuvola, donde cadeva la pioggia, non aveva prodotto il vento, che la trasportava, lo che io spiego nella seguente maniera.

Allorchè si sveglia, qualunque siasi la cagione, un grandissimo vento in una parte dell'aria vicina alla terra, esso caccia avanti di se i vapori che incontra, e gli ammassa gli uni contro degli altri in poco tempo; poichè, se soffia con una velocità capace di percorrere 20., ò 25.

ò 25. piedi in un secondo, può scorrere 6., ò 7. leghe in un ora, e formare una nuvola lunga, e larga più d'una lega, com'era quella di cui ho parlato, e finalmente allorchè le piccole particelle d'acqua, che compongono i vapori, son molto pigiate dal vento, si formano di esse le gocciole della pioggia, come s'è spiegato di sopra, donde ne segue che il vento piuttosto forma le nuvole, e le piogge, e non le nuvole il vento.

Ecco alcune congetture, che mi sembrano molto verisimili, sulle vere cagioni de' venti, le quali io ho fondate sopra molte osservazioni da me fatte, o fatte fare, o che io ho estratte da molte relazioni di viaggi marittimi.

Io suppongo che per qualunque velocità; che possa darsi a un estensione d'aria della grandezza d'una nuvola, non possa questa continuare a muoversi sensibilmente a traverso il resto dell'aria immobile, se non per un quarto di lega al più, lo che è facile a provarsi coll'esperienza, indirizzando il vento d'un soffietto da una estremità d'una camera all'altra.

Suppongo di più, che s'alzino più vapori dall'acque del mare, che dalla terra, e più esalazioni salpetrose, e sulfuree dalle terre scoperte, che da quelle coperte dall'acque.

Ciò posto, dico esservi tre cagioni principali de' venti, ed alcune altre cagioni particolari, e meno importanti. Le tre principali, e generali sono, 1. il moto della terra d'Occidente in Oriente, o se non s'ammetta quest'ipotesi, il moto del Cielo d'Oriente in Occidente.

2. Le vicende delle rarefazioni dell'aria per il caldo del Sole, e quelle delle condensazioni, allorchè il Sole cessa di riscaldare.

3. Le vicende dell'elevazioni della Luna verso il suo Apogeo, e delle sue discese verso il suo Perigeo.

Le cagioni particolari più considerabili sono, 1. Alcune elevazioni straordinarie d'esalazioni, e di vapori dalla terra in alcuni luoghi.

2. La caduta delle gran piogge, o di grandine grossa, e folta.

3. L'eruzioni di quantità d'esalazioni sulfuree, e salpetrose nei Terremoti.

4. Il subito discioglimento delle nevi nelle montagne alte. Queste cagioni particolari rinforzano le cagioni principali, o ne diminuiscono, ed impediscono l'attività secondo la diversità de' luoghi, e de' tempi per parecchie combinazioni. Le eruzioni dell'esalazioni possono essere irregolarissime ne' periodi de' tempi, e nella lor quantità e forza, come si vedono delle irregolarità ne' periodi de' terremoti, e nella variazione della calamita, e possono riferirsi l'une e l'altre ad alcuni gran cangiamenti, che di tempo in tempo si fanno nell'interno

della

della Terra. Si vede ancora, che nelle montagne ardenti le eruzioni incendiate non si fanno in intervalli di tempi limitati e periodici.

Per mezzo di queste cause tanto generali che particolari, si possono spiegare tutti i venti, come si vedrà in appresso.

Egli è manifesto, che se la terra si muove intorno al suo centro d'Occidente in Oriente, la superficie va molto più presto sotto l'Equatore, che a 30., ò 40. gradi di latitudine dall'una e dall'altra parte di esso, e che questa superficie si tira seco l'aria che l'è vicina, ma con minor velocità, lo che deve produrre un apparente moto d'aria d'Oriente in Occidente per quelli che sono sotto l'Equatore, fino a una latitudine maggiore di venti gradi da una parte e dall'altra; poichè questo moto essendo più veloce di quello dell'aria che la segue, essi devono sentire l'urto dell'aria che incontrano successivamente; e di quì appunto possono procedere questi Venti chiamati Regolari, che regnano quasi sempre tra' due Tropici; con questa differenza però, che allorchè il Sole è al Tropico del Cancro, si fa ordinariamente un Vento d'Est-nord-est, o di Nord-est, e quando egli è verso il Tropico di Capricorno, questo vento ordinariamente è il Sud-est, lo che si spiega facilmente per mezzo della seconda causa, cioè della rarefazione dell'aria eccitata dal calor del Sole: Perchè quando egli è ne' segni del Capricorno, e del Sagittario, riscalda molto l'aria e le terre ivi sottoposte: donde ne segue che essendo quest'aria estremamente dilatata, e quella che è sotto i Segni opposti, essendosi condensata nell'istesso tempo per il freddo dell'inverno che allora vi regna, far si deve necessariamente un moto d'aria da Mezzogiorno verso Settentrione, il quale unendosi al moto che va d'Oriente in Occidente, deve produrre un vento composto di ambidue, cioè un Sud-est, ovvero un Est-sud-est; ed al contrario, quando il Sole è nel Tropico del Cancro, deve farsi un moto d'aria da Settentrione verso l'altro Polo, il quale unendosi allo stesso moto d'Oriente in Occidente, fa il vento di Nord-est, o di Est-nord-est.

Le Relazioni di alcuni Piloti portano, che i venti d'Occidente regnano ordinariamente nell'Oceano da' 27. gradi ai 47. Io spiego questi venti nella seguente maniera, prendendo per esempio il grado 33. di latitudine.

L'aria che è tra' due Tropici si muove verso Oriente con una velocità un poco minore della terra sottoposta, poichè non vi si sente che un vento mediocre, che non fa ordinariamente più di otto, o dieci piedi in un secondo; e la superficie della terra che è sotto l'Equatore, fa nello stesso tempo 1423. piedi in circa: ma la superficie della terra al grado 33. di latitudine non fa che 1195. piedi; e per con-

conſeguenza, ſe l' aria che è in queſto Parallelo ſi muoveſſe tanto velocemente quanto quella che è ſotto l'Equatore, ella ſi muoverebbe più preſto di queſta ſuperficie quaſi 228. piedi per ſecondo. Ora ſe l'aria del grado 33. non riceveſſe il ſuo moto ſe non dalla terra ſottopoſta che la traſporta, vi ſi ſentirebbe un vento d'Oriente, la cui velocità ſarebbe 8. ò 10. piedi in circa per ſecondo; ma perchè l'aria che è dall'Equatore fino al grado 10., ſi porta ſeco quella che l'è appreſſo, diminuendo ſempre fino al grado 33., può accadere che queſta diminuzione vi ſi riduca a 20. piedi per ſecondo, di maniera che eſſendo unita alla diminuzione di 10. piedi per ſecondo in un ſenſo contrario, come ſeguirebbe ſe non vi foſſe altra cagione, l'aria ſarà ivi ſpinta talmente che potrà percorrere 10. piedi per ſecondo, più della ſuperficie della terra verſo l'Oriente, ed ivi ſi ſentirà un vento d'Occidente tanto grande, quanto i venti Regolari lo ſono tra i due Tropici. Aggiungaſi di più che i venti Regolari, incontrando le coſte dell'America piegate a guiſa di mezza luna dall'Iſola di Caienna fino al Golfo del Meſſico, poſſono rifletterſi contro le loro alte montagne, e concorrere a produrre queſti venti d'Occidente, ed aumentare la lor velocità; e queſti venti ſarebbero perpetui, ſe impediti non foſſero qualche volta da una o più di quelle cauſe, delle quali abbiam parlato di ſopra.

Tra' due Tropici ſonovi molti luoghi, ove ſi ſvegliano Venti ſtraordinarj, che vengono dalle terre verſo il mare all'entrar della notte, e dal mare contro le coſte dopo che il Sole è levato quaſi fino a mezzogiorno; ſi ſpiegano queſti venti nella ſeguente maniera.

Supponghiamo una grand' Iſola, che ſia a' 15. ò 20. gradi di latitudine, ove i Venti Regolari poſſono eſſer deboli; riſcaldando il Sole le terre di queſt' Iſola da mezzogiorno fino a 4., ò 5. ore della ſera, e nello ſteſſo tempo il mar vicino, non ſi fa per queſta cauſa moto alcuno d'aria; ma immediatamente dopo che il Sol ſi è ripoſto, l'aria del mare raffreddandoſi, molto ſi condenſa, e conſervando le terre dell'Iſola per lungo tempo il lor calore, l'aria che a lor ſovraſta non ſi condenſa ſe non a poco a poco, ed a principio molto meno di quella del mare; d'onde avvenir deve, che un vento ſi ſveglierà per il moto dell'aria dell'Iſola, che ſcorre per riempiere il luogo di quella, che ſi è molto condenſata al di ſopra del mar vicino. Ma nel momento che il Sol ſi leva, eſſendo le terre dell'Iſola raffreddate per la lunga notte, ed eſſendoſi l'aria molto condenſata, deve ſeguire un riflusso di quell'aria, che s'era avanzata verſo il mare, baſtantemente grande per produrre un venticello proveniente dal mare contro le coſte.

Le

Le vicende de' venti, o il loro flusso, e riflusso si osservano ancora secondo alcune Relazioni lungo il mar Mediterraneo in certe stagioni dell'anno; Queste ci assicurano, che vi si sveglia la mattina un vento di Levante, ed un vento di Ponente la sera. Il primo può procedere dalla dilatazione dell'aria, che si fa verso i Paesi Orientali relativamente a questo mare; cioè la Natolia, l'Arabia ec. ove il Sole è già molto alto, quando egli si leva riguardo al mezzo del Mediterraneo, e questa dilatazione può svegliare un vento di Levante verso l'Isole di Malta, e di Sicilia: ma due o tre ore dopo il mezzogiorno vi si dee far sentire il vento di Ponente, fino alla notte molto inoltrata, a cagione della dilatazione dell'aria causata dal calor del Sole, che molto riscalda allora le terre poste al di là di questo mare in Spagna e in Affrica, e cessa di riscaldar quelle che sono verso Oriente; donde ne segue necessariamente un riflusso d'aria d'Occidente in Oriente nel mezzo del Mediterraneo.

Nel principio di Novembre nell'Isola di Francia, nella Borgogna, e nella Sciampagna si svegliano i Venti del Sud, che portano gran piogge; perchè allora le terre verso il Polo Settentrionale non veggono più il Sole, e l'aria molto vi si condensa per il freddo eccessivo; donde segue, che le terre dell'Affrica essendo allora molto riscaldate, vi spingono per molti giorni la loro aria, e ve ne ammassano più di quel che richiede l'equilibrio, sicchè il riflusso dell'eccesso di essa aria nel ritornare, cagiona un vento di Nord-est assai dolce a motivo del vento di Mezzogiorno, che ha portato un aria calda, la quale nel riflusso fa un bel tempo, e poco freddo per tre, o quattro giorni di seguito; e questo spazio di tempo è quel che si chiama l'Estate di S. Dionisio, o di S. Martino.

Si può facilmente intendere, che allorchè il Sole si trova a perpendicolo sopra qualche spazio di terra, l'aria sottoposta si riscalda molto, e s'estende in giro da tutte le parti, e che raffreddandosi l'aria in giro da tutte le parti per l'assenza del Sole, ivi deve farsi un riflusso d'aria. Questo flusso, e riflusso si vede spesso anche in piccolo. Il Sig. Huyghens mi disse un giorno, che egli aveva osservato che essendo la sua camera ben chiusa, il suo Barometro che era un di quelli, ne' quali il liquore s' abbassa per il maggior peso dell'aria, e ne' quali i cangiamenti d'altezza sono sensibilissimi, s'era abbassato ed alzato molte volte alternativamente in un quarto d'ora. Io ne attribuii la cagione a qualche vento, che s'era cacciato nel cammino della sua camera, il quale avendovi compressa l'aria, le aveva dato una maggior forza d'elasticità, che aveva fatto discendere il liquore del suo Barometro, ed avendo dipoi quest'aria condensata la libertà di e-

sten-

ſtenderſi, ceſſando la cauſa, ripaſſava per il cammino, ed eſſendo diminuito il di lei elaterio, il liquore del Barometro riſaliva; e perchè il moto acquiſtato dall' aria, che riſaliva per la gola del cammino, ne faceva eſcir molta più di quel che richiedeva la proporzione dell'equilibrio, ſi faceva di nuovo per la medeſima gola una diſceſa d'aria, la quale accreſceva la denſità dell'aria della Camera, più di quelchè richiedevaſi per l'equilibrio, e faceva diſcendere il liquore del Barometro, e così di ſeguito, diminuendo le variazioni a poco a poco fino all' intera reduzione all'equilibrio.

Ho veduto un ſimile effetto in una fornace, ove ſi faceva la calcina; Queſta era fatta a guiſa d' una piccola camera in volta, nel mezzo di cui eravi una fineſtra quadrata, larga un piede, e mezzo, per la quale ſi gettavano le legne per mantenere il fuoco. Avveniva che eſſendo molto il fuoco, l' aria rinchiuſa ſi dilatava eſtremamente, ed eſciva in parte per la fineſtra con gran velocità, ed eſſendoſi il fuoco allora diminuito per la mancanza dell' aria, il calore dell' aria rinchiuſa diminuiva, e divenendo in conſeguenza meno rarefatta, ne rientrava neceſſariamente per la fineſtra a guiſa di vento che ſoffiava nel fuoco, e lo riaccendeva, lo che faceva di nuovo dilatar l' aria per l'aumento di calore, e la faceva di nuovo eſcire per la fineſtra. Queſta alternativa produceva una ſpecie di reſpirazione, ſimile a quella degli animali. I lavoranti mi diſſero, che l'iſteſſo accadeva in tutte le fornaci da calcina, e mi fecero oſſervare che le farfalle, e gli altri animali, che nella notte volano verſo lo ſplendore del fuoco, eſſendo alla diſtanza di uno o due piedi dalla fineſtra, erano traſportati nella fornace dall'aria, che vi rientrava con gran velocità dopo eſſerne eſcita. Il tempo di ciaſcuna reſpirazione era tre, o quattro volte più lungo di quello della reſpirazione degli animali.

Ho notato in molte oſſervazioni, che a Parigi, e nelle vicinanze, i venti fanno in 15. giorni quaſi una revoluzione intera, ſoffiando ſucceſſivamente da tutte le parti dell' Orizzonte, e che ne' Novilunj, e Plenilunj il vento è quaſi ſempre Nord, e N. E. Cioè, che alla nuova luna ſoffia un vento di Nord, queſti paſſa all' Eſt in tre, o quattro giorni, e di poi al Sud, poi all'Oueſt, e ritorna al Nord verſo il Plenilunio, d'onde ripaſſa ſucceſſivamente verſo l'Eſt, il Sud, e l'Oueſt, ritorna alla nuova Luna al Nord, o al Nord-Eſt. Alcuni di queſti venti tornano qualche volta un po' indietro, come dall'Oueſt al Sud-Oueſt, e dal Nord-Eſt al Nord, ed allora queſti venti durano ſette, o otto giorni, ma non fanno quaſi mai un giro intero. Accade ancora qualche volta, che il vento paſſa dall' Oueſt al Nord-Eſt, e dall' Eſt al Sud-Oueſt, ſenza che ſi facciano ſentire i venti di mezzo. Si poſſono ſpie-

spiegare queste rivoluzioni di venti per la terza causa principale, nella seguente maniera.

Egli è molto verisimile, che la Luna alzandosi al suo Apogeo, deve tirar dietro di se molt' aria, se suppongasi ch' ella nuoti nell' aria, e che il suo diametro sia tra le cinquecento, e le seicento leghe, come l' assicurano gli Astronomi; poichè nell' elevarsi, deve essa tirar seco l' aria che l' è vicina, questa l' aria che è al di sotto, fino alle terre che sono sotto la zona Torrida; e per questa ragione l'aria che è vicina a' Poli dall' una, e l' altra parte vi deve scendere per conservare l' equilibrio, lo che deve produrre il vento di Nord verso il mezzo della zona Temperata Settentrionale, il quale, unito al vento d' Est, che è prodotto dalla medesima causa prima, cioè dal moto della Terra, forma il vento composto di Nord-Est, che regna ordinariamente a Parigi ne' Novilunj.

Deve svegliarsi ancora un venticello di Nord per il gran moto dell' aria trasportata dalla Terra. dall' Equatore fino a 50. ò 60. gradi. Io ho fatta esperienza, che facendo girar con gran velocità una palla di piombo del diametro di due pollici, presso una secchia piena d' acqua, s' alzavano verso la palla i corpicciuoli eterogenei deposti in fondo della secchia; ed avendo sospesa una palla di 8. pollici di diametro, e facendola girare con mediocre velocità, si sentiva un gran moto d' aria dalle parti, ed un altro piccolissimo moto di giù in su verso il polo della palla; di che io m' accorgevo per mezzo d' alcune piccole piume poste in cima d' una bacchetta perpendicolare, distante dalla palla due, o tre pollici, le quali si muovevano, quasi per alzarsi verso di essa; ma questo vento era debolissimo. D' onde si può giudicare, che l' aria verso i poli si muove contro la Terra, e può estendersi fino al cinquantesimo grado, e dipoi, subito dopo che è cessata questa cagione, e prima che il riflusso dell' aria elevata dalla Luna ritorni verso i Poli, il moto della Terra d' Occidente in Oriente può cagionare in apparenza il solo vento d' Est, il quale ordinariamente dura un giorno, o due: poichè la Luna, ritornando al suo Perigeo, spinge reciprocamente l' aria verso i poli, e si sveglia sul principio un vento di Sud-Est per la combinazione di questo moto d' aria verso i Poli, e di quello che viene da Oriente. Il Sud predomina dipoi finchè il gran moto de' venti d' Occidente, che regnano fino al quarantesimo grado, come si è detto, e che possono qualche volta estendersi di più per otto, o dieci gradi, avanzandosi un poco verso i climi settentrionali, e mescolandosi co' venti di Sud, facciano il Sud-Ouest; ed essendo cessato il riflusso del Sud, il solo vento d' Ouest può regnare finchè il riflusso dell' aria, che il Sud aveva spinto verso il Nord, unito a quella che è

tra-

traſportata dall' elevazione della Luna verſo il ſuo Apogeo, e da quel piccolo moto di cui ſi è parlato, cagioni il vento di Nord, ed il Nord-Eſt, come nel Novilunio. Queſto periodo, e queſta rivoluzione di venti ſi fa due volte in ciaſcun meſe lunare: Io lo ho oſſervato molti anni, e benchè vi ſeguano alcune irregolarità per le combinazioni delle cauſe particolari, ho quaſi ſempre trovato che il Nord-Eſt regnava ne' Novilunj, e ne' Plenilunj; ed il Sud, e l'Oueſt nelle quadrature: ma ſi deve notare, che, ſiccome ne' Fiumi, ne' quali il fluſſo del mare ſi avanza molto, il rifluſſo comincia a farſi verſo le loro imboccature, mentre il fluſſo ſale ancora ai luoghi più lontani, così il Nord, o il Nord-Eſt non ſoffiano in Parigi nello ſteſſo tempo, in cui la Luna è nel ſuo Apogeo; e che ciò non ſegue, ſe non dopo ch' eſſa ſi è molto avvicinata alla Terra. Si intende facilmente ancora, che allorchè la Luna è verſo il Tropico di Capricorno nella ſua maggior latitudine auſtrale, l'aria ch'ella alza allora, o ch'ella riſpinge, impiega molto più tempo a far ſentire il ſuo moto verſo i Paeſi ſettentrionali, che allorchè ella è nella ſua maggior vicinanza del polo Boreale; ed anco che il moto può eſſer troppo debole per eſtenderſi fin verſo il 50. grado di latitudine ſettentrionale. Ho oſſervato qualche volta a Parigi, che eſſendo tirato il vento di Nord-Eſt per 7., ò 8. giorni di ſeguito; e che dovendo a queſto ſuccedere i venti di Sud, al baſſo regnava ancora il Nord-Eſt. Le nuvole poi più alte erano ſpinte nello ſteſſo tempo dal vento di Sud, ma lentiſſimamente; lo che mi fece credere che verſo il 40. grado di latitudine il Sud, e il Sud-Oueſt potevano eſſere così gagliardi, da regnarvi ſoli. Accaderà ancora, che le elevazioni ineguali della Luna produrranno differenze conſiderabili riguardo a queſti venti, tanto per le lor forze, quanto per i giorni, ne' quali eſſi devono regnare. Neceſſariamente ancora ſeguiranno molte irregolarità in queſti venti per la meſcolanza delle cauſe particolari, delle quali ſi è parlato; ma queſti venti devono eſſere meno irregolari ne' luoghi, ove ſono poche montagne, come nell' Iſola di Francia, nella Sciampagna, che ne' luoghi molto montuoſi.

Il moto de' venti non è giammai uniforme, non altrimenti, che la corrente de' Fiumi; e nell' iſteſſo modo vi ſi fanno dell' onde, e de' volgimenti, che ſi chiamano turbini, i quali hanno differenti velocità. Si oſſerva nelle gran tempeſte, che nello ſpazio d'un quarto di lega, ove la maggior parte degli alberi è ſtata atterrata, vi ſono degl' intervalli ne' quali niuno è atterrato, perchè il vento è ſtato ll meno violento. Si nota ancora che tutti i venti ſoffiano a ripreſe, e a ondate, lo che ſi conoſce ancora dal ſuono delle campane, che ſenteſi indebolire o aumentare dentro piccoli intervalli di tempo. Eccone le cagioni; ſup-

supponghiamo che un gran vento, avendo molta larghezza (*Fig.* 2. *Tav. I.*) incontri verso G delle case. o qualche piccola eminenza, che lo faccia riflettere in qualche luogo, e far dell'onde non parallele come A, B, C, D; egli è chiaro che la forza cagionata dal loro incontro in B, renderà più veloce l'onda BD, e che quella, che è nella direzione GB, percuoterà dopo, molto più debolmente l'orecchio in B. L'istesso deve accadere in tutti gli altri luoghi del vento.

Accade qualche volta, che allorchè un gran vento ne incontra per fianco un altro più debole, sia questi opposto, o no, quegli trasporta l'aria che gli è più vicina, e la fa girare in cerchio con gran velocità, e questo aggiramento d'aria che turbine s'appella, s'avanza col vento più gagliardo, e solleva tutto ciò che non è molto pesante, come per esempio la polvere, e le foglie secche, ed anco de' fasci intieri di fieno, che vanno a cader qualche volta alla distanza d'un quarto di miglio. Questi turbini sollevano qualche volta una gran quantità d'acqua dal Mare, che apparisce come una gran colonna d'acqua, a quelli che la vedono da lontano.

Si vede un esempio di questi venti, che si muovono l'uno accanto all'altro con direzioni opposte, in certi cammini, quando vi si fa gran fuoco, tenendo chiusa affatto la camera: poichè l'aria rarefatta, e la fiamma che s'inalzano, tirano seco una parte dell'aria della camera, e quella che resta, essendo per questo mezzo troppo dilatata, è necessario, che per il cammino scenda abbasso nuova aria, che riconduce una parte del fumo, e lo sparge per la camera, ed ordinariamente il fumo, e l'aria rarefatta salgono da una parte, e l'aria pesante scende dall'altra con una parte del fumo, lo che si evita, lasciando la porta, o una finestra socchiusa; perchè l'aria, che per essa entra, segue il moto del fumo per il cammino, e riempie sufficientemente la camera; e se vi fosse un foro, solamente del diametro d'un pollice nella finestra, o nella porta per conceder il passaggio all'aria esterna, vi si sarebbe un vento così grande, che estinguer potrebbe le candele, che gli si accostassero.

Allorchè il vento incontra un ostacolo, come per esempio una gran muraglia, cangia la sua direzione, e s'abbassa di là da quest'ostacolo, come si vede nella *Fig.* 3. *Tav. I.*, nella quale AB rappresenta la muraglia, e le linee CA, GH, PL, FB, la direzione libera del vento. Egli è chiaro, che l'aria si pone in stato elastico tra A, e B, e che non potendosi voltare verso il basso, si stende dalla parte di CA colla direzione DE, ed avendo l'aria, che è verso DE, poco moto, l'aria che è in DEM, vi è spinta dalla più alta da M in N, come vedesi accadere all'acqua, di là dalle pile de' Ponti, ov'ella è rapidissima. Da

Da ciò ne segue, che se dalla parte, onde viene il vento, vi sia una muraglia più alta d' un cammino, il fumo n' esce difficilmente, perchè il vento si ribatte in forma di turbine dopo aver oltrepassata la muraglia, ed entra con forza nella gola del cammino; e quando ancora fosse il muro a livello del cammino, ed un poco lontano, produrrebbe appresso a poco il medesimo effetto, come può giudicarsi dalla *Fig.* 4. *Tav. I.*, nella quale AB mostra la direzione del vento, BC è il muro opposto a questa direzione, D, E son due gole di due cammini, alti come il muro. Il vento che incontra il muro è rispinto per la direzione FG, e non entra nel cammino D, anzi al contrario ne trasporta con violenza il fumo che esce da esso: ma il vento superiore AB, che conserva la sua violenza, incontrando in G il fumo dell' altro cammino E, lo muove in vortice, e gli da il moto in giro GHE, e per conseguenza si ribatte nel cammino E, ed impedisce al fumo l' escita. Che se il vento batte obliquamente la muraglia, che è avanti a' cammini, il fumo salirà assai liberamente, perchè la parte del vento AB si rifletterà per fianco, e non si alzerà punto, o pochissimo; e perciò non si farà vortice capace di ribattere il fumo.

La diversità de' venti, che regnano nello stesso tempo in differenti luoghi, procede da molte cagioni.

La prima si è, che i venti si muovono sempre per un gran cerchio, d' onde è facile il vedere, che se un medesimo vento d' Ouest, o Sud-Ouest facesse il giro della Terra, comparirebbe differentissimo ne' luoghi fra se molto lontani.

La seconda cagione si è, che, soffiando in un luogo un gran vento, trasporta l' aria che è da ambedue le parti, spingendola un poco per fianco, come accader si vede ne' fiumi, ne' quali allorchè il mezzo si muove velocissimamente, spinge questi dell' onde un poco obliquamente verso le rive.

La terza si è, che alzandosi in due luoghi della Terra fra se lontani 100. leghe in circa, una gran quantità di vapori, e di esalazioni, che spingano l' aria in giro, o nell' istesso tempo, o nell' intervallo di qualche ora, necessariamente si svegliano due venti contrarj dall' uno di questi luoghi verso l' altro, i quali dopo essersi incontrati riflettonsi con direzioni opposte.

La quarta causa è l' incontro delle montagne alte, che fan riflettere i venti, e gli obbligano a prender le loro direzioni. Se ne vede un esempio nel Lago di Ginevra, che s' estende tra due catene di alte montagne per lo spazio di 12. leghe grandi da Ginevra fino a Losanna; poichè quasi sempre vi regnano due soli venti, che si succedono a vicenda, e si muovono secondo la direzione del Lago, ed i quali potreb-

 bero

bero anco andar l'uno contro l'altro verso il mezzo del Lago, se in Ginevra si svegliasse un vento che fosse un poco obliquo alla direzione delle montagne, ed un altro a Losanna, che fosse obliquo, ma per un verso opposto; come per esempio, se EF, IH fossero i venti (*Fig. 5. Tav. I.*), ABCD le montagne, riflettendosi EF in FG, ed IH in HL, questi venti sarebbero contrarj verso MN.

L'istesso accade nel Porto d'Ambleteuse vicino a Calais, ove il vento Ouest-Sud-Ouest soffia quasi 9. mesi dell'Anno, e ciò avviene perchè le coste d'Inghilterra, e quelle di Francia, che in tal luogo gli sono opposte, hanno ivi una tal direzione, e lontano di lì dieci leghe può spirare un vento di Sud-Est, o di Nord.

Ho fatte fare delle osservazioni presso la fornace di Cherbourg, le quali mi han fatto vedere, regnar ivi due soli venti, che si succedono alternativamente, cioè il N. E. ed il S. O., lo che depende dalla stessa causa delle direzioni di alcune montagne.

Il Sig. Varin, che ha fatte dell'osservazioni nell'Isola della Gorea vicino a Capoverde, mi ha assicurato che il vento di Nord-Ouest vi regna spesso in vece de'venti d'Oriente; lo che procede dalle montagne alte, poste al Nord-Ouest, distanti una lega da quest'Isola, le quali riflettendo verso di essa i venti Regolari Est, o SE, fanno ivi sentire un vento di Nord-Ouest, allorchè questi stessi venti Regolari soffiano nello stesso tempo in alto mare, lungi dieci leghe da quest'Isola. Da alcune Relazioni ho inteso ancora, che quando i vascelli passano lungo le coste di Genova, ove sono altissime montagne, alcune delle quali hanno frapposte valli molto estese, dirette verso il mare, si sente talvolta venir da terra un vento considerabile verso i vascelli, allorchè questi sono in faccia ad una di esse vallate.

Grandissime diversità di venti nello stesso tempo ho notate ancora per mezzo delle osservazioni fatte a Varsovia in Pollonia dal Sig. Desnoyers, ed in Abordon in Scozia dal Sig. Gregori, paragonandole con quelle, che io faceva contemporaneamente in Parigi; perchè i venti ivi spesso differiscono d'una ottava parte della bussola da quei di Parigi; come per esempio, se a Parigi il vento è SO, in Abordon sarà Ouest. Qualche volta opposti sono i venti a Parigi, ed a Varsovia: soffiando un giorno il vento Sud-Ouest in Parigi, era Nord-Est a Varsovia: queste Città son situate quasi all'OSO, ed all'Est-Nord-Est riguardo l'una all'altra, d'onde ne segue, che questi venti s'erano quasi incontrati direttamente in qualche luogo della Germania vicino alla Pollonia, o alla Francia. Viaggiando ancora ho notato questa opposizione di venti nell'istesso luogo mediante la neve, che era caduta in abbondanza nella notte; poichè si vedeva ch'

ell'era

ell' era ſtata traſportata dal Sud-Eſt per lo ſpazio d' una lega, che nella lega poſteriore eravi ſtato tempo quieto, e che nelle 3. ò 4. leghe conſecutive la neve era caduta con vento di Nord-Oueſt, di che m' accorgeva facilmente da' tronchi, e da' rami degli alberi, ch' erano coperti di neve ſolamente dalla parte d' onde veniva il vento.

Per mezzo d' oſſervazioni fatte contemporaneamente a Parigi, a Loches, ed a Monte di Marſan in Guienna, ho oſſervato pure un ſimile effetto; Poichè avendo regnato tre giorni conſecutivi il Sud-Sud-Oueſt in queſti tre luoghi, che ſono quaſi nella direzione di SSO al Nord-Nord-Eſt, ſi ſvegliò il Nord-Nord-Eſt in Parigi, regnando ancora a Loches, ed a Monte di Marſan il SSO. Il giorno dopo, a Loches, e a Parigi ſoffiava il Nord-Nord-Eſt, ed il SSO a Monte di Marſan, e finalmente nel terzo giorno il Nord-Nord-Eſt ſoffiava in queſte tre Città: d' onde manifeſtamente conobbi, che i venti qualche volta ſi riſpingono l' un l' altro, e che il più forte prevale a quello, che gli è oppoſto. Nelle ſteſſe corriſpondenti oſſervazioni ho notato, che eſſendo regnato a Loches un vento violento d' Oueſt, ſoffiava l' Oueſt-Sud-Oueſt a Parigi nell' iſteſſo tempo, e l' Oueſt-Nord-Eſt a Monte di Marſan, lo che ſi deve riferire alla ſeconda cagione della diverſità de' venti.

Ho veduto ſpeſſo una gran diverſità di venti nello ſteſſo tempo in un medeſimo luogo, allorchè vi ſono due, o tre ordini di nuvole; lo che ſi ſpiega, ſupponendo che le nuvole alte ſieno portate ordinariamente da' venti di Mezzogiorno, e le più baſſe dal Tramontano; poichè, quando ciò accade nel medeſimo tempo, le nuvole del primo, e del ſecondo ordine devono muoverſi oppoſtamente, e ciò non impediſce che alcune nuvole molto più alte non poſſano eſſere ſpinte da un vento di Levante, che regna tutte le volte che non è impedito da altre cagioni, o da un vento d' Oueſt prodotto dalla terza cauſa principale, o da alcuna altra cauſa particolare.

Per bene oſſervare queſta diverſità di moto nelle nuvole, biſogna guardare la punta di qualche campanile, o d' altro oggetto molto alto, affine di poter paragonare i diverſi moti delle nuvole ſuperiori, e inferiori, perchè altrimenti ſi potrebbe credere, che due nuvole poſte a diſtanze ineguali dalla terra, ſi muoveſſero con direzioni oppoſte, quantunque eſſe foſſero portate verſo la medeſima parte, perchè le ſuperiori ſembrano più lente dell' inferiori, benchè egualmente veloci; e queſta apparenza di ritardo potrebbe far credere ch' eſſe aveſſero la direzione oppoſta. Si può ſupporre che il vento di Levante, altro non è veramente, che un vento apparente, poichè il moto dell' aria va per la parte ſteſſa che la ſuperficie della Terra.

Queſta contrarietà di venti in un medeſimo luogo a diverſe altez-

ze dell' aria, può procedere da un gran vento, il quale muovendosi lungo una valle, ed avendo per conseguenza poca larghezza, ed elevazione, ne può incontrare un altro, che occupi nell' aria uno spazio molto maggiore, ed allora il vento inferiore può forzare una parte dell' altro, quella cioè che è vicina alla terra, lasciandogli nella regione più alta dell' aria, ove son le nuvole più alte, libero il corso: ma quando due venti contrarj sono egualmente forti, ed estesi, ed alla medesima altezza, s' arrestano il corso a vicenda, e lasciano in quiete il luogo ove s' incontrano, ed avendovi ammassata molt' aria, la comprimono, e la mettono nuovamente in uno stato elastico, d' onde ne segue, che quest' aria per mettersi in libertà ritorna indietro da ambedue le parti, e produce due altri venti contrarj, che hanno in questo luogo la loro origine.

Se nell' Inverno tiri un vento di Sud, che venga di lontano, può questi trasportare le nuvole altissime, poichè soffiando in linea retta, per una tangente, quanto più và avanti, tanto più s' allontana sempre dalla terra; ed avendo finalmente condensata molto l' aria superiore, la forza elastica di quest' aria può produrre un vento di Nord vicino alla terra, che porterà dell' acqua, o della neve, come ho veduto io accader più d' una volta. Nello stesso modo con queste differenti cause sì generali, che particolari, potranno spiegarsi i venti tutti, che regnano per tutta la Terra.

Relativamente alle burrasche, ed alle gran tempeste, è molto difficile spiegarle con le cause ordinarie. Si osserva, che nell' estate allorchè cadono piogge folte, e in grosse gocce, sono sempre queste accompagnate da un violentissimo vento, che le precede di qualche secondo, la cui violenza cessa tosto che quella tal nuvola è passata. Io spiego queste burrasche, alcune delle quali capaci sono di rovesciare gli alberi, e sollevare i tetti delle case, nella seguente maniera.

Quando due venti, che occupano gran spazio in larghezza, inclinati tra loro con un angolo di 15. o 16. gradi, vengono di lontano, ed avendo ammassati, e spinti avanti a se tutti i vapori che hanno incontrati, e formato avendone ciascun di loro una folta nuvola, finalmente giungono a incontrarsi; essi condensano l' aria nel luogo del loro incontro, e la pongono in stato molto elastico, e secondo le regole della percossa la fanno muovere quasi un terzo più velocemente di ciascun di essi: supponendo dunque, che questi venti si muovano con velocità atta a percorrere 24. piedi in un secondo, che è la velocità ordinaria de' venti incomodi, e contro de' quali si stenta a muoversi; il vento composto avrà una velocità capace di percorrere 32. piedi in un secondo, ed essendo la nuvola, da esso trasportata, alta da terra una mezza lega, o un quarto di lega, le gocce di pioggia che se ne

for-

formano, hanno quasi tre linee di diametro, ed acquistano la lor velocità completa, atta a percorrere 32. piedi per secondo, dopo 100. piedi di discesa, come è stato spiegato nella fine del Trattato della percossa. Ciascuna goccia cadendo dall'altezza della nuvola si tira dietro due o tre volte più aria del suo volume, lo che si prova coll'esperienza, lasciando cadere una piccola palla di piombo in una secchia d'acqua; poichè dopo ch'ell'ha toccato il fondo, si vedono alzarsi a galla due o tre bolle d'aria della grandezza della palla, le quali non possono procedere se non dall'aria trasportata in fondo dell'acqua dalla palla. E' notissimo, che in molti luoghi in vece di mantici per fondere la miniera di ferro nelle fornaci si fà uso della semplice caduta dell'acqua nella seguente maniera. Un Cannone di legno, o di latta alto 14. o 15. piedi, del diametro d'un piede, e saldato insieme con una specie di tino non molto grande, e posto in terra a rovescio, di maniera che ogni poca acqua, che vi cada, ne chiuda le fessure, ed impedisca l'esito all'aria; In cima del cannone si lascia un'apertura del diametro di tre o quattro pollici, nella quale si pone un imbuto, che abbia il collo dell'istessa grossezza, e vi si fa cadere dall'altezza di 15. 20. ò 30. piedi l'acqua di quella fontana, la quale cadendo sia quasi eguale all'apertura dell'imbuto, sicchè non vi si possa raccogliere l'acqua se non all'altezza di 5. ò 6. pollici: Quest'acqua cadendo trasporta seco molt'aria, che la seguita fino sotto l'imbuto, ed anco fino al fondo del tino, nè può questa escir per l'imbuto, a cagione del peso, e della velocità dell'acqua che cade continuamente; si adatta ad un lato del tino un cannone, che sempre più ristringendosi giunge presso al foro del fondo della fornace, ove deve essere soffiato il carbone; sicchè l'aria compressa, e chiusa nel tino, non potendo escir dalla parte più alta del cannone a motivo della caduta impetuosa dell'acqua, che occupa il foro dell'imbuto, nè dalla parte inferiore del tino a cagione dell'acqua che vi s'alza uno, o due piedi sopra l'aperture che sono tra la terra del fondo, e le doghe del tino, è costretta d'escire con gran forza per l'estremità del canale laterale, il quale così produce, per soffiare nel carbone, l'istesso effetto che i maggiori mantici di cuoio, che s'usano altrove. L'aria dunque trasportata, nel modo che si è provato, dall'acqua cadente da una nuvola in grande abbondanza, e in grosse gocce, non può risalire quando è vicina alla terra, a motivo dell'altre gocce, che cadono con impeto; nè può estendersi al di dietro della nuvola, perchè le viene impedito dal gran vento, che la spinge, nè pure dalle parti, o poco almeno, perchè il medesimo vento preme la nuvola anco da ambedue le parti; d'onde ne segue che l'effetto dell'aria messa in moto non

possa farsi se non per il davanti della pioggia, e che questo moto d' aria, unito al vento che porta la nuvola, sia quasi due volte più veloce di esso vento, e che così aumentato percorra più di 60. piedi in un secondo, e possa allora abbattere gli alberi, come si proverà più sotto. Ordinariamente non può precedere la pioggia per uno spazio maggiore di tre, o quattrocento passi in circa, per la ragione detta di sopra, cioè, che una quantità d' aria, qualunque siasi la velocità con cui si muove, non può continuare il suo moto per molto spazio in linea retta, se cessi la causa dell' impulso. Mi son confermato in questa ipotesi vedendo alla distanza d' una lega, cader da una densa nuvola una abbondante pioggia: Dalla parte d' onde veniva il vento, le gocce cadevano quasi tutte a piombo; ma le gocciole di mezzo, e fino le prime gocce facevano un angolo maggiore di 45. gradi, come nella *Fig. 6. Tav. I.* in cui AB è la nuvola, BD la parte d' onde viene il vento, e GH le gocce più avanzate.

L' istesso deve prodursi dalla grandine, e s' ella è molto folta, e grossa trasporterà molta più aria dall' alto al basso, e cagionerà una tempesta anche più impetuosa, la di cui velocità potrà esser tale da percorrere 75. piedi in un secondo. I gran venti, che si svegliano senza pioggia, possono procedere dalla combinazione di tre o quattro cagioni, e ordinariamente vengono dal Sud-Sud-Ouest; può accader dunque, che nell' istesso tempo s' alzi una quantità grande di vapori, e d' esalazioni in Affrica, e che per tre o quattro giorni continui vi sia gran caldo, che le Terre Settentrionali si raffreddino, e che la Luna scendendo verso il suo perigeo dal suo più alto apogeo, si produca un riflusso di quell' aria, che è stata portata da un vento di Nord-Est: Queste quattro cagioni insieme, produrranno un vento molto impetuoso, che regnerà successivamente dall' Affrica fino all' Inghilterra.

Osservai un giorno una gran tempesta in Parigi, che veniva dalla parte del Sud, ed intesi dipoi da relazioni sicurissime, che due o tre giorni avanti verso le coste d' Algeri eravi stata una fiera burrasca. Algeri è quasi nell' istesso Meridiano di Parigi: se il vento di detta burrasca avesse fatto 30. piedi per secondo, poteva arrivare in due giorni da Algeri a Parigi. Per spiegar gli Uracani, che accadono quasi ogni anno in alcuna delle Isole Antille, bisogna ricorrere ad altre cagioni. 1. Perchè queste tempeste son molto più violente, e fanno più di 100. piedi in un secondo; 2. Perchè esse non durano più di 7. ò 8. ore; 3. Perchè altrove non si provano così spesso, come in alcuna di queste Isole; 4. Perchè ordinariamente cominciano esse con un Nord-Ouest, che si cangia successivamente in altri venti, cioè nell' Ouest, Sud-Ouest, Sud, Sud-Est, Nord-Est, Nord; 5. Perchè si trovano ne'

ne' mari vicini a queste Isole molti pesci morti, e vi si sentono de' terremoti; dalle quali circostanze tutte, può congetturarsi, che dalla terra che è in fondo di questi mari, si facciano eruzioni d'esalazioni salpetrose, e sulfuree in più luoghi successivamente, che non possono osservarsi, poichè i vascelli, che si trovassero in questi luoghi nel tempo dell' eruzioni, resterebbero sommersi; Forse accade che essendosi fatte le prime eruzioni dalla parte delle Terre del Continente d' America, il vento di Nord-Ouest da esse svegliato può rifletters contro le coste di Caienna, e contro quelle che le son vicine, e cessando le prime, e facendosi nello stesso tempo nuove eruzioni, deve crescere il vento, e venir dalla parte di Ouest, come affermano quelli che ne hanno provati gli effetti; devono inoltre queste infuocate eruzioni di materie salpetrose, e sulfuree uccider molti pesci ne' luoghi, ove si sollevano: Coloro che avranno veduti molti Uracani, e che ne avranno notate molte altre circostanze, potranno spiegarli con maggior certezza.

PARTE SECONDA.

Dell' Equilibrio de' Corpi Fluidi.

DISCORSO I.

Dell' Equilibrio de' Corpi Fluidi dipendente dalla gravità.

Per bene ſpiegare l' equilibrio de' Corpi Fluidi tra loro, o con gli altri corpi può farſi uſo delle ſeguenti Regole.

REGOLA I.

Un Corpo non reſiſte ad eſſer alzato ſe non in quanto, che ſi viene ad allontanarlo dal centro della terra, e ſi può muovere un corpo peſantiſſimo con una piccoliſſima forza, ſe non gli ſi faccia cangiar diſtanza riguardo a queſto centro.

Se ne fa l' eſperienza così.

IN una tinozza piena d' acqua, in luogo chiuſo, acciò ſia difeſa dal vento, ſi faccia notare ſulla ſuperficie dell' acqua il Vaſo G grande, e peſante (*Fig. 7. Tav. I.*); ſi attacchi a queſto un ſottiliſſimo fil di ſeta HI, e tiriſi in modo che non ſi rompa, cioè con pochiſſima forza: il vaſo G ſeguiterà il filo, e benchè nell' acqua della tinozza ſi facciano delle piccole ondate, per divider le quali abbiſogni qualche po' di forza, ciò non impedirà nulladimeno, che il vaſo non ſi muova con molta velocità, allorchè ſarà vicino al punto D, ſe ſi acceleri a poco a poco il ſuo moto; Veramente, ſe ſi pretendeſſe di tirare a un tratto il vaſo G con gran velocità, ſi romperebbe il filo, anco ſe foſſe una corda ben forte, non altrimenti che ſe foſſe attaccata ad un corpo immobile; perchè un corpo molto peſante non può ricevere in un tratto un gran moto, ſe non per mezzo d' una grandiſſima forza.

Si confermerà ancora queſta verità, ſoſpendendo ad una lunga corda in un luogo aperto un peſo graviſſimo; poichè ogni minimo vento lo farà muovere, benchè non poſſa muoverſi ſenza allontanarſi dal centro della terra un poco più di quel che egli è, quando ſta fermo; Da ciò ſi vede la ragione, per cui facilmente ſi ſoſtiene una pal-

la anco

la anco pesantissima, come D (*Fig.* 8. *Tav. I.*), sopra un piano molto inclinato AB, poichè strascinata, o spinta da A fino a B, essa non si allontana in riguardo al centro della terra, che per la quantità della linea BC, che si suppone perpendicolare all' Orizzontale AC; laddove se si fosse alzata a piombo nell' istesso tempo fino ad un altezza eguale ad AB, ella avrebbe agito con tutto il suo peso; e sarebbe stata necessaria una forza molto maggiore per alzarla.

R E G O L A II.

Se due corpi non elastici, della stessa materia, urtandosi orizzontalmente, e direttamente, hanno le loro quantità di moto eguali (cioè se le lor velocità sono reciproche alle lor masse) nel momento dell' urto essi si equilibreranno: si suppone che i corpi della stessa materia abbiano i lor pesi proporzionali alle quantità di materia.

Secondo questa Regola adunque, se un peso di due libbre, muovendosi con una velocità di quattro gradi, ne incontra direttamente, ed orizzontalmente un altro di quattro libbre, che abbia due gradi di velocità, questi si fermeranno l' un l' altro, e faranno equilibrio: ma se il primo peso di due libbre, è sei volte più veloce d' un altro di dieci libbre, questo secondo sarà dal primo trasportato; perchè il prodotto di 2. per 6., eguale a 12., è maggiore del prodotto di 10. per 1.; si suppone che questi due pesi si attacchino insieme nell' incontrarsi. Da ciò si cava una prova facile del Principio di Meccanica, che è stato mal provato da Archimede, dal Galileo, e da molti altri; cioè, che quando in una bilancia i pesi son reciprochi alle distanze dal centro della bilancia, essi fanno equilibrio; poichè sia la bilancia BAC (*Fig.* 9. *Tav. I.*), A il centro del moto, AC quadrupla di AB; il peso B quadruplo del peso C; dico che niuno de' due pesi prepondererà; poichè il peso B sollevi, s' egli è possibile, l' altro peso C; ciò posto, con qualunque velocità si muova esso per l' arco BD nello scendere, necessariamente deve far muovere per l' arco CE il peso C con una velocità quattro volte maggiore, essendo il semidiametro AC quadruplo del semidiametro AB, ed in tal caso le quantità di moto di questi due corpi sarebbero eguali, ed una quantità di moto ne avrebbe forzata un altra, che le sarebbe eguale; lo che è impossibile, dovendo esse per questa seconda Regola equilibrarsi. Per la stessa ragione il peso C non potrà scendere; ma se si allontani un poco più dal punto A, egli scenderà, perchè allora potrà dare all' altro peso una quantità di moto, minore di quella che egli prenderà, ed in conseguenza lo forzerà; ed è una cosa molto maravigliosa, che

essen-

essendo il peso B 30. libbre, ed il braccio AB un piede, non potrà una mano, che vi si ponga sotto, sostenere il peso, laddove si sosterrà facilmente il peso d'una libbra alla distanza di 31. piede dal punto A, se tolgasi il peso B, perchè non vi sarà se non il peso d'una libbra, quando anco si ponesse alla distanza di 100. piedi dal punto A: ma per altro se si ponga nello stesso tempo il peso piccolo alla distanza di 31. piede dal punto A, ed il grande alla distanza d'un piede, il piccolo solleverà il grande, lo che non può accadere, se non perchè egli è disposto nello scendere a dare al peso B una quantità di moto minore di quella che egli prende, e perchè agiscono essi con tutta la forza de' loro pesi per la regola prima, perchè hanno una stessa direzione verso il centro della Terra.

R E G O L A III.

Allorchè due pesi non hanno la stessa direzione verso il centro della Terra, e ch' eglino son disposti in maniera tale, che l'uno non possa muoversi senza far muover l'altro con egual velocità, non bisogna calcolar la forza di ciascheduno per la semplice quantità di moto, ma per una quantità di moto respettiva, che si trova moltiplicando ciaschedun peso per la sua velocità, in riguardo all' avvicinarsi, o all' allontanarsi ch' egli fa, al centro della Terra.

SPIEGAZIONE.

Sia A un peso sospeso alla puleggia B con la corda EBA, (*Fig.* 10. *Tav. I.*) che sostiene anco la palla CD per mezzo di due cordicelle attaccate all' asse della palla, ed al punto E della corda ABE. Sia HG una linea orizzontale, HF una perpendicolare: ed EB parallela al piano inclinato GF, rappresentato dalla linea GF. Egli è chiaro, che la palla è disposta a muoversi con egual velocità, che il peso A, o questi scenda, o la palla, scendendo, lo faccia salire; ma allorchè avrà la palla percorso lo spazio FG, scendendo obliquamente, ella si sarà avvicinata al centro della Terra solamente della distanza FH; si considerano tutti i punti della linea HG, lunga due o tre piedi, come se fossero egualmente distanti dal centro della Terra, essendone la differenza insensibile. Per saper dunque le forze di questi pesi, o le lor quantità di moto respettive, bisogna moltiplicare il peso della palla CD per la lunghezza FH, e quello della palla A per una lunghezza eguale ad FG, perchè questa ultima palla fa tanto cammino salendo, o scendendo, quanto la palla CD, ed andando ella direttamente verso il centro della Terra; Se dunque FG è tripla di FH,

FH, ed il peso CD sia triplo del peso A, si vedranno equilibrarsi questi due pesi, lo che proviene dalle cagioni spiegate nelle due prime Regole; che se si aggiunga qualche piccol peso o al peso A, o al peso B, quelli, ò questi scenderà, e farà salir l'altro, estraendo dallo sfregamento della puleggia, e dell'asse. Nell'istessa maniera si spiegheranno gli equilibri, che devono succedere, quando il piano FG, sarà più o meno inclinato, applicandovi le stesse regole, le quali chiamar si potranno Principj d'esperienza, o Leggi della Natura.

Che se i pesi A, e B (*Fig.* 11. *Tav. I.*) sieno posti sopra i piani differentemente inclinati CD, CF, supponendo DF orizzontale, e CG perpendicolare a DF, affinchè s'equilibrino bisognerà, che il peso B stia al peso A, come la linea CF alla linea CD, il che potrà provarsi per l'istesse Regole; poichè se FH prendasi eguale a CD, e tirisi HI parallela a CG, egli è chiaro, che mentre il peso B salirà da F in H, il peso A scenderà da C in D; dunque CG sarebbe la misura della velocità del peso A relativamente al centro della terra, ed HI quella del peso B, che sale da F in H nel medesimo tempo; ma come FC ad FH, così CG ad HI, e per la Regola terza il peso B deve stare al peso A, come CG ad HI, cioè come FC a CD per fare equilibrio; dunque questi pesi così disposti, si contrabbilanceranno.

L'istesso accaderà a due pesi attaccati all'estremità de' raggi di una rota, cioè, affinchè il peso A (*Fig.* 12. *Tav. I.*) situato all'estremità del raggio KA, s'equilibri col peso B, essendo AK orizzontale, e la BK elevata 60. gradi sulla AKF; bisogna che il peso B sia doppio del peso A; poichè condotta la BF perpendicolare al raggio KB, finchè incontri la linea AKGF, il piano BF sarà elevato 30. gradi, e la perpendicolare BG non sarà più della metà di BF; dunque il moto del peso B verso F, facendosi sul principio per la Tangente BF, s'avanzerà verso il centro della terra solamente dello spazio BG, metà di BF, laddove il peso A avrà la sua direzione secondo la tangente MAH, perpendicolare ad AKF, la quale s'allontana direttamente da detto centro, e per conseguenza sarà disposto a muoversi il doppio più veloce del peso B, relativamente a questo medesimo centro: ma come FB a BG, così il raggio KB, ovvero AK ad KG; dunque il peso B farà l'istesso effetto relativamente al peso A, che s'ei fosse in G; cioè, se AK è la misura della velocità del peso A, KG sarà la misura della velocità del peso B; ma AK è doppia di KG, come FB è di BG; dunque il peso A starà reciprocamente al peso B, come KG a KA, e per la seconda, e terza regola, questi pesi così disposti s'equilibreranno, nè l'uno sforzerà l'altro.

L'i-

L' istesso succederà a quelle potenze, le quali essendo attaccate all' estremità de' raggi eguali d' una rota, tirino obliquamente, o direttamente: poichè sia nella linea BG continuata direttamente in L, una potenza nel punto L, la quale tiri per mezzo della corda LB attaccata in B secondo la direzione BL, ed un altra potenza M, che tiri per mezzo della corda AM attaccata al punto A, secondo la tangente AM. Se queste potenze sono eguali, non s' equilibreranno: ma la potenza M supererà l' altra, e per equilibrarsi bisognerà, che la potenza L stia alla potenza M, come la linea AK alla KG, lo che succede, perchè la potenza, che è in L, non fa venire a se direttamente il punto B; ma questi si muove nel principio del moto, secondo la tangente BF, e nel medesimo tempo la potenza, che è in M, va direttamente secondo la tangente HAM. Se si supponga pertanto BN indefinitamente piccola nella tangente BF, ed NR sia perpendicolare a BL, è chiaro, che essendo in N il punto B, il punto L sarà giunto in P, se NP è parallela ed eguale a BL, ed essendo LR, QN parallele ad AF, sarà RP eguale a BQ, ed L a BN; Pertanto la potenza attaccata al punto M, si sarà avanzata secondo la direzione AM, per cui fa forza, d' una quantità eguale alla linea BN, o LP, e la potenza, che è in L, non si sarà avanzata nel medesimo tempo secondo la direzione BL, o NP, per la quale fa forza, più della linea RP, che è la metà di BN, o LP, come BG è la metà di BF; Dunque bisognerà per l' equilibrio fra le due potenze, che quella, che è nel punto L, sia doppia di quella che è nel punto A, tirando questa secondo la tangente HAM, e l' altra secondo la direzione BL, che fa un angolo di 30. gradi con il raggio KB, nella maniera medesima che e' bisogna, che il peso B sia doppio del peso A, affinchè essi si equilibrino.

Da questi tre principj d' esperienza si deduce la seguente Regola generale, o Principio universale per tutte le forze motrici.

PRINCIPIO UNIVERSALE DELLA MECCANICA.

Allorchè due pesi, o due altre potenze son disposte in maniera, che l' una non possa muoversi senza far muover l' altra, se lo spazio, che deve percorrere un de' pesi secondo la sua direzione propria, e naturale, stia allo spazio, che deve percorrer l' altro nel medesimo tempo secondo la sua direzione propria e naturale, reciprocamente come quest' ultimo peso sta al primo; questi due pesi staranno in equilibrio; ma se l' uno de' pesi stia all' altro in maggior ragione, questi sarà forzato dal primo.

Con questo principio si può provare un effetto sorprendente, che non

non può facilmente provarsi con altre ipotesi; se vi sieno diverse braccia eguali fisse nell'istesso asse A (*Fig.* 13. *Tav. I.*), come per esempio AB, AC, e si ponga sul braccio AB il peso E, e sul braccio AC un altro peso *b* nel punto F, di maniera tale, che le distanze AE, AF sieno eguali, ed il peso in F sia rotondo, e non attaccato al punto F; onde possa rotolare da F in C, ma siane però impedito da una lastra di vetro GC*g* pulitissima, situata a piombo; allora bisognerà acciò vi sia l'equilibrio, che il peso E sia molto maggiore del peso *b*, cioè in ragione di AE ad AH, se HF sia perpendicolare a BAGK, lo che è il contrario appunto di ciò che succede, quando il peso F è attaccato al piano inclinato AFC, perchè bisogna allora per l'equilibrio, che il peso F sia maggiore del peso E nella stessa ragione di EA ad AH, come si è spiegato nella Figura precedente.

Per provare questo paradosso tirisi la linea *fbe* orizzontale, che passi per il centro della palla *b*; è chiaro che il punto *e* è più alto del punto d'appoggio F, e che *be* è un poco maggiore del semidiametro *bf*; ma per fare questa dimostrazione, si supponga il triangolo F*bd* indefinitamente piccolo, ed il punto F unito al punto *e*, e passi la perpendicolare F*b* per questo punto: Ora la palla *b* scendendo farà girare in tondo il punto C, facendogli descrivere l'arco C*d*; e se *dg* è uguale al diametro della palla, il medesimo braccio sarà nella posizione A*bd*, allorchè il diametro di questa palla sarà giunto in *dg*, ed il punto d'appoggio F avrà descritto l'arco F*b* nello stesso tempo, che il centro della palla sarà disceso d'una quantità eguale ad *ed*; Ma se prendasi l'arco F*b* per la sua tangente, attesa la piccolezza dell'arco, si avrà il triangolo F*bd* simile al triangolo AHF, e *d*F starà ad F*b*, come FA, ovvero EA ad AH; e perchè il peso E non s'alza che in proporzione della linea F*b*, lo spazio percorso dalla palla nello scendere direttamente dal punto F fino a *d*, starà allo spazio passato nel medesimo tempo dal peso E nel salire direttamente, come AE ad AH; dunque perchè succeda l'equilibrio, il peso E, deve stare al peso *b*, come EA ad AH per il Principio universale; e perchè la palla cade ancora da un poco più alto del punto F, cioè dal punto *e*, ne segue che stando i pesi tra loro secondo questa proporzione, il peso *b* discenderà, e farà elevare il peso E, lo che ho trovato conforme all'esperienza: perchè avendo disposto il ramo AC in maniera, che e' facesse con il ramo orizzontale AHK un angolo di 60. gradi, osservai, che essendo il peso *b* doppio del peso E, quegli s'equilibrava con questo, quando io l'aveva fermato perchè non ruotolasse, ma lasciato in libertà, dopo aver messo uno specchio rappresentato da CG, per impedirgli di ruzzolar per fianco, bisognò mette-

mettere il peso doppio in E, e l'altro scempio in b per far l'equilibrio, ed aggiunger anco un piccol peso in E. Con le stesse ragioni si proverà, che se l'angolo KAC fosse di 45. gradi, bisognerebbe per far l'equilibrio, che il peso E fosse maggiore, nella ragione della diagonale d'un quadrato al suo lato. Quì non si considera che il centro della palla F è un poco per fianco al punto d'appoggio.

Supposto tutto ciò, si possono spiegar benissimo gli equilibrj de' corpi fluidi.

Il più leggiero, cioè il meno pesante de' corpi fluidi è la fiamma; ma perchè questa si solleva in aria, e non può starsi distesa sopra qualche altro corpo, essa non può far alcuno equilibrio con il suo peso, ma solamente coll'urto, e con la sua forza d'elasticità.

L'aria che s'estende sopra la Terra, e l'acqua può fare equilibrio per mezzo del suo peso, della percossa, e della sua elasticità con gli altri corpi fluidi più densi, ed anco con i corpi solidi, e duri. Si prova il peso dell'aria con gli effetti del Barometro; questi è un cannello angusto di vetro di due piedi e mezzo, o di 3. piedi di lunghezza, chiuso da una parte ermeticamente; s'empie di Mercurio senza lasciarvi dentro aria, e chiusa l'estremità aperta con un dito, e rivolta in alto l'estremità sigillata, si tuffa il dito in altro Mercurio, posto in un vaso, e cavato il dito, che sosteneva il mercurio del cannello, se ne vede cadere una porzione nel vaso, e dopo alquante oscillazioni, si ferma finalmente dentro il cannello all'altezza di 27. ò 28. pollici; perchè secondo le mutazioni de' venti, e dell'aria, sale qualche volta a 28. pollici e mezzo, ed alcuna volta s'abbassa fino a 26. $\frac{1}{4}$, ed in Parigi ordinariamente si ferma a 27. pollici e mezzo in circa.

Or questa elevazione di Mercurio non si può in altro modo ben spiegare, che supponendo, che la colonna d'aria dell'istessa larghezza del diametro interno del cannello pesi quanto i 27., ò 28. pollici di Mercurio, che si sta sollevato dentro detto cannello, prendendo questa colonna dalla superficie del Mercurio nel vaso fino all'estremità della regione più alta dell'aria; Poichè se trasportisi il Barometro in cima d'una montagna, o d'una torre altissima, vedesi diminuire a poco a poco l'altezza del mercurio, e ridursi fino a 24., ò 25. pollici, perchè soffre allora il carico di una minor quantità d'aria; e se portisi in luoghi sotterranei, o escavazioni molto profonde, si alza il mercurio a poco a poco a misura che il barometro scende, essendo successivamente caricato d'una maggior quantità d'aria.

Si può anco conoscere il peso dell'aria, e l'equilibrio, ch'ella fa coll'acqua, con le medesime Regole, supponendo che un pollice di Mercurio pesi appresso a poco tanto, quanto 13. pollici d'acqua, come

me io ho riconosciuto dall' esperienze che n'ho fatte; poichè 28. pollici di Mercurio peseranno quasi quanto 383. pollici d'acqua, che son poco meno di 32. piedi; d'onde ne segue che allorchè il peso dell'aria farà salire il mercurio a 28. pollici, e qualche linea, farà salir l'acqua in un tubo di 35., ò 40. piedi fino a 32. piedi, e che quando il mercurio non s'alza a più di 27. pollici, e mezzo, l'acqua non dee alzarsi se non 31. piede in circa, lo che ho trovato corrispondente ad alcune esperienze ch'io ne ho fatte nel modo seguente nell' Osservatorio. Feci fare al Sig. Hubin Smaltatore, un cannello di vetro alto 40. piedi, cui egli incassò in una tavola scanalata affinchè non si rompesse nel maneggiarlo; questi era di 5. ò 6. pezzi, ch' egli saldò insieme nella gran sala dell' Osservatorio, e si alzò da una parte fin sulla terrazza per l'apertura che vi è, che corrisponde a piombo al canale dell'albero della scala del sotterraneo; si calò dipoi a poco a poco in questo canale, e si fermò in più luoghi alla balaustrata di ferro, dipoi chiusa l'estremità inferiore del cilindro, e ripieno d'acqua, si turò in cima con un turacciolo di vetro, che chiudeva esattamente la bocca del cilindro; e vi si messe ancora per meglio sigillarlo una vescica: si empì ancora d'acqua un piccol vaso, che restava sotto l'altra estremità inferiore, acciò questa restasse tuffata nell'acqua, e tosto che fu sturata, l'acqua cadendo nel vaso sottoposto, discese dentro il cannello all'altezza di 12. piedi in circa; ma n'escirono tante bolle d'aria, che non si potè notare ove ella fosse risalita; finalmente essa si fermò all'altezza di 29. piedi, a cagione dell'elasticità dell'aria delle bolle che erano escite dall'acqua, e salite in cima al cannello. Due giorni dopo vi si rimesse dell'acqua, che si era fatta un poco avanti bollire per farne escire la materia aerea; se ne fece nell'istesso modo l'esperienza, e l'acqua dopo alquante oscillazioni si fermò a 29. piedi, e 4. pollici in circa, e si vide poi salire a poco a poco più in alto, e fermarsi a 30. piedi, e 2. pollici, senza che gli altri barometri fossero variati. Ne attribuii la causa all'esser l'acqua, che vi s'era rimessa, mescolata con un po' di terra, e perciò più pesante dell'acqua pura; ma queste parti terree discesero in poco tempo in fondo del vaso sottoposto, e divenendo così l'acqua a poco a poco più leggieri, saliva sempre a poco a poco più in alto. Due giorni dopo osservai, che i barometri comuni erano a 27. pollici, e 9. linee, e l'acqua di questo gran cannello era salita a 30. piedi, ed 8. pollici; ella sarebbe salita un po' più alto, se non fossero salite alcune bolle d'aria, che la fecero abbassare: Essendo il Barometro comune a 28. pollici, ella salì ancor più alto, e scese dipoi, quando il Barometro comune ritornò sotto i 28. pollici, d'onde conobbi, che i Barometri d'acqua hanno le variazioni proporzionali

zionali a quelli di mercurio, e che 32. piedi d'acqua si posson prendere quasi per la maggiore altezza di questi barometri, allorchè l'acqua di cui son pieni, sia della meno pesante, e siane escita la materia aerea.

Per facilità di calcolo si suppone quì, che il peso dell'atmosfera s'equilibri precisamente con 32. piedi d'acqua dolce, e che il mercurio pesi precisamente 14. volte più.

Si prova ancora il peso dell'aria con una curiosissima esperienza: Prendasi una boccia di vetro AH (*Fig.* 14. *Tav. I.*), a cui si faccia un'apertura C di due o tre linee; si metta nel collo G un cannello di vetro DE del diametro di 2. linee in circa, e vi si attacchi con mestura di cera, e trementina, e con pece, in maniera che l'aria non possa passare inframezzo; dipoi per l'apertura C s'empia d'acqua la boccia, tenendola a giacere, ed il cannello ED, tenendolo chiuso in D; allorchè si pone la boccia nella situazione perpendicolare, l'acqua che è nel cannello, scende fino in E, ed altrettanta n'esce per il foro C, se l'estremità E del cannello è alla stessa altezza del mezzo del foro C; che se il cannello giunge sotto il foro, per esempio in I, l'acqua cesserà d'escire, quando si sarà vuotato il cannello fino in E, e la boccia resterà piena fino alla saldatura verso G; che se l'estremità del cannello è un poco più alta del disopra dell'apertura C, come per esempio, in L, ed abbia due, o tre linee di larghezza, allora si vedrà da questo foro aperto escir dell'aria, e salire in cima alla boccia, ed escir l'acqua nello stesso tempo dall'apertura C, finchè non ve ne resti più, al di sopra del punto C; Questi effetti si spiegano nel seguente modo.

Il peso dell'aria esterna fa forza contro l'apertura C, per rispinger l'acqua, che tende per il proprio peso ad escire, e l'aria imminente al cannello ED fa forza essa pure, ed agisce con il suo peso sull'acqua che contiene l'istesso cannello; ed unendosi al peso di quest'acqua, deve prevalere al peso dell'aria, che agisce contro il foro C, lo che fa che l'acqua del cannello scende fino in E, e l'aria allora fa forza da una parte in E, e dall'altra in C, e sostiene unitamente l'acqua della boccia da EC fino ad AH, e la sosterrebbe pure, quando anche l'altezza CH fosse di 30. piedi, essendo l'estremità inferiore del canale sotto l'orlo inferiore dell'apertura C; ma allorchè il cannello arriva solamente in L, l'acqua allora da L fino in E unita al peso dell'aria, che pesa sopra L, supera la forza dell'aria in C, e l'acqua esce per il foro C, mentre l'aria scende da D in L, ed entra a bolla a bolla nell'acqua per l'apertura L, e sale sopra la superficie dell'acqua, che è sotto il collo della boccia; se s'inclina la boccia in maniera, che il punto L, ed il mezzo dell'apertura C siena nella medesima orizzontale, si vedrà la metà d' una

una bolla d' aria, che passerà sotto il punto L, ma che non si separerà dal rimanente, se non si rialza un poco l' estremità L.

Allorchè si è lasciata entrar l' aria nella boccia in maniera, che la superficie dell' acqua sia in NO, e si riscaldi con una mano quest' aria perchè si rarefaccia, si vedranno escire alcune gocce d' acqua dal foro C, quantunque l' estremità del cannello sia sotto quest' apertura, e l' acqua scenderà fino in PQ; ma se si lasci raffreddar quest' aria, si vedranno dopo qualche tempo entrar delle bolle d' aria per il foro C, perchè l' aria, che era scesa fino in PQ, ritorna alla sua primiera estensione NOHA, e non essendovi tant' acqua da riempir lo spazio NOPQ, convien che l' aria vi subentri per il foro C.

L' acqua non ha elasticità considerabile, e non fa equilibrio con l' altre materie, se non col suo solo peso, o colla percossa; il primo equilibrio, che può avvertirsi in lei riguardo all' aria, si è che, ridotta in piccolissime gocciole, divien più leggieri dell' aria, e si solleva in vapori, come abbiam detto di sopra. Non si può dire quanto piccola esser debba una particella d' acqua per fare equilibrio con l' aria vicina alla terra, perchè quelle particelle d' acqua, che sono un poco più leggiere, o un poco più pesanti di quest' aria, sono invisibili, se sieno separate. Difficilmente ancora si può trovare la cagione, per cui esse si sollevano, non essendo questa la mescolanza dell' aria, poichè così peserebbero più ancora dell' aria pura; neppure il calore, vedendosi l' acque freddissime tramandar vapori. Si potrebbe pensare, che nell' aria vi sieno de' pori piccolissimi, ne' quali non siavi materia alcuna pesante, e ne' quali appunto possano insinuarsi ed ascendere le particelle più piccole dell' acqua, non potendovi passar quelle, che sono più grosse. Queste piccole particelle s' equilibrano con l' aria finalmente alla distanza d' una lega, e mezzo dalla terra, e vi rimangon lungo tempo sospese, finchè, unendosene molte insieme, divengano più pesanti; e se l' aria si rarefacesse moltissimo, esse potrebbero ancora ricadere. Se ne vede l' esperienza nelle macchine Pneumatiche; poichè dopo che si è un poco rarefatta l' aria, vedesi intorbidare il recipiente da' vapori, che cadono in piccole goccioline sul vetro del recipiente, non potendo più sostenersi nell' aria, a motivo della gran rarefazione. Ne' luoghi ove son grandi cascate d' acqua, si vedono alzarsi sempre de' vapori, i quali altro non sono, che le particelle dell' acqua rotte dalla percossa; e quando rompesi una boccia di sapone, una parte dell' acqua di cui è composta, cade, ed un altra parte, che si riduce in gocce piccolissime, si solleva in forma di vapori.

REGOLA I.

Per l' equilibrio dell' acqua proveniente dal proprio peso.

Essendo l' acqua in un vaso, o in più vasi comunicanti, le di lei parti superiori son sempre al medesimo livello, cioè in egual distanza dal centro della terra.

SPIEGAZIONE.

Sia il cannello recurvo A B C (*Fig.* 15. *Tav. I.*) di grossezza eguale, in cui si versi dell' acqua per l' apertura A; questa salirà alla stessa altezza nell' altro braccio del cannello; sicchè, se D E sia una linea orizzontale, e l' acqua nel braccio A G giunga fino in D, salirà nell' altro fino ad E, quando si sarà lasciato di versar acqua, e che ella sarà in quiete.

Poichè in primo luogo, se i bracci sono egualmente larghi, ed inclinati egualmente all' orizzonte, essendo il tutto eguale in ambidue, l' acqua non potrà fermarsi nell' altezze ineguali A, ed F, perchè il peso dell' acqua A G sarà maggiore del peso dell' acqua H F; e perciò, potrà acquistare nello scendere una maggior quantità di moto, di quella, che egli darà all' altro nel salire, poichè saranno eguali le lor velocità, e simili le lor direzioni. Dunque per il Principio universale, non potrà l' acqua fermarsi se non alla medesima altezza in questi due bracci. Che se con un dito chiudasi l' apertura C, prima di versar l' acqua per l' altra apertura A, e si empia il braccio d' acqua A G fino in A, l' altro resterà vuoto, e non vi salirà acqua, o pochissima, a cagion dell' aria, che l' occupa, se il braccio A G non sia alto più di 2. ò 3. piedi; se cavisi allora il dito, l' acqua del braccio A G scenderà, ed una parte ne passerà nell' altro braccio, e salirà fino in E, mentre dall' altra parte scenderà per esempio in N, e di nuovo salirà in D, e scenderà in M; e finalmente dopo molte oscillazioni, si fermerà da ambedue le parti alla medesima altezza I F.

In questa esperienza allorchè l' acqua comincia a scendere dal braccio A per passar nell' altro, essa accelera il suo moto, finchè sia ad un altezza eguale in tutte due i bracci in I, ed F, ove dee farsi l' equilibrio, e diminuisce poi di velocità a poco a poco, finchè essa sia ne' punti N, ed E; quindi nella stessa maniera scendendo di nuovo, s' accelera dall' altezza E, fino che non abbia passato il medesimo livello I F, e diminuisce il suo moto, finchè l' una dell' altezze sia in D, e l' altra in M; e queste oscillazioni continueranno finchè l' acqua non siasi fermata in F, ed I, nella maniera medesima, che il piombo d' un pendulo accelera il suo moto fino al punto di quiete, che lo ritarda

in

in risalire, e che si ferma al fine dopo molte oscillazioni.

L' istesso succederà nel vaso ABCD, (*Fig.* 16. *Tav. I.*) pieno d' acqua fino in EF; poichè se vi si versi dell' acqua dalla parte F, di maniera che ella vi s' alzi fino in G, essa non si rimarrà in questo stato, quando si resterà di versar nuova acqua, poichè il peso dell' acqua GKHC essendo maggiore del peso dell' acqua KILH, supposte eguali LH, HC, esso forzerà quest' ultimo per le medesime ragioni, e farà alzar l' acqua dalla parte di IK, e nell' istesso tempo essendo a pendìo la superficie superiore GK, l' acqua scorrerà da G verso I; e per le stesse ragioni anco l' acqua EBLI s' alzerà; e finalmente dopo varj movimenti, la superficie superiore dell' acqua si livellerà. Quindi si potrà spiegare ciò che succede in un' acqua stagnante LM (*Fig.* 17. *Tav. I.*) allorchè vi si getta un sasso come in H, poichè facendo il sasso elevare intorno a se l' acqua in un onda circolare, di cui O, e P rappresentano l' elevazione, non potrà l' acqua rimanersi in questa situazione; ma la parte O si spingerà verso L, ed urterà intanto, ed alzerà l' acqua vicina R, che urterà, e farà alzare l' acqua contigua, sicchè parrà, che la stessa acqua sollevata in O, s' avanzi fino in L.

Lo stesso succederà alla parte sollevata P, ed in questa maniera si formerà un onda circolare, che si allontanerà dal punto H, dilatandosi sempre fino alle sponde L, M, se queste non sieno molto lontane; ed in queste riflettendosi, si formerà un altra ondata circolare, che si porterà dall' una, e dall' altra parte verso H, e diminuirà d' altezza, finchè non siasi l' acqua livellata.

Sieno ora i due bracci ABCD, di larghezza disseguale, come nella *Fig.* 18. *Tav. I.* L' acqua in questi pure si starà alla medesima altezza EF, e l' acqua EB non forzerà l' acqua CF; poichè sia la base BG, che si suppone quadrata, sedici volte maggiore della base C; s' egli è possibile, scenda l' acqua da E in I, e salga dall' altra parte in D; quella che sarà scesa da E in I, sarà eguale a quella, che è in FD, ed i due piccoli cilindri FD, EI avranno le loro altezze reciproche delle basi: dunque come 16. ad 1., così l' altezza FD ad EI: il cilindro EB, essendo 16. volte più grande del cilindro CF, peserà 16. volte più: ma lo spazio percorso nel medesimo tempo dal piccol cilindro, sarà anco 16. volte maggiore dello spazio passato dal maggior cilindro, e le lor direzioni sono l' istesse, essendo verticali: dunque le lor velocità dovrebbero essere state reciproche a' lor pesi, ed avrebbero dovuto avere egual quantità di moto, lo che è impossibile; perchè per il Principio universale, questi cilindri d' acqua devono equilibrarsi, e l' uno non può far muover l' altro, essendo ambedue disposti a prendere un egual quantità di moto, secondo la medesima direzione.

Che se l' acqua si versi nel braccio più stretto fino a D, essa non potrà ivi fermarsi, se l' altro braccio non sia pieno fino ad A: poichè sia F D alta un pollice, e la sua base pure un pollice, ed F C 10. pollici; tutta l' acqua C D sarà dunque 11. pollici cubici, e l' acqua B E 16. pollici cubici. Se dunque tutta l' acqua C D scende un pollice, l' acqua E B salirà $\frac{1}{16}$ di pollice, cioè l' altezza E L, e lo spazio E L sarà la misura della velocità dell' acqua B E, come D F è quella dell' acqua C D: ma 160. moltiplicato per $\frac{1}{16}$ dà 10. di quantità di moto, e 11. moltiplicato per 1. dà 11.; dunque la quantità di moto dell' acqua D C, sarà maggiore di quella dell' acqua B E, ovvero, la velocità dell' acqua del minor braccio, starà alla velocità dell' acqua del maggior braccio in maggior ragione, che il peso di quest' ultima al peso dell' altra; e per il Principio universale l' acqua del minor braccio scenderà. Le medesime conseguenze si tireranno per l' altre altezze ineguali, finchè le due superficie dell' acqua in questi bracci sieno all' istesso livello, ed esse non si fermeranno mai se non alla medesima altezza.

Si può ancora considerar l' acqua in A G, come se ella fosse divisa per la lunghezza in sedici piccole colonne quadrate, ciascuna eguale alla piccola colonna quadrata C D; e perchè niuna di esse può salir più alto, nè scender più basso dell' altre, si può conchiuder l' istesso della piccola colonna C D, quantunque non sia questa ad esse contigua.

Da questo ne segue, che se pongasi un galleggiante sull' acqua del braccio A B, il di cui peso eguagli il peso di quell' acqua, che occuperebbe l' altezza A E, se non fossevi il galleggiante, l' acqua del minor braccio si starà sempre all' altezza C D, e si farà equilibrio tra l' acqua C D, e l' acqua B E unita al peso del galleggiante per le medesime ragioni dette di sopra.

Allorchè il braccio minore è molto angusto, cioè $\frac{1}{2}$, ovvero $\frac{1}{3}$ di linea, l' acqua sale in questo più che nell' altro, un pollice, o due; lo che avviene ancora quando si tuffa nell' acqua un cannello di vetro, il di cui diametro sia minore di $\frac{1}{2}$ di linea; perchè ella vi s' alza alla medesima altezza di 1. o 2. pollici sopra la superficie dell' altra acqua, e tutta quest' acqua, che s' alza sopra il livello ne' canali molto, o mediocremente angusti, cioè del diametro di 1. o di $\frac{1}{2}$ linea, è eguale sensibilmente ad una di quelle grosse gocce d' acqua, che attaccate ad alcuni corpi, vi stanno sospese.

L' istesso effetto si vede nell' esperienza della boccia esposta di sopra (*Fig.* 14. *Tav. I.*) poichè se il cannello è strettissimo, cioè di $\frac{1}{2}$ linea, l' acqua scenderà fino in L, un pollice in circa sopra il punto E, ed allora questa cagione particolare d' adesione resiste allo sforzo dell' aria, che sovrasta all' acqua del cannello; nel quale, quanto più è stretto, tanto più alto sarà il punto L.

Al-

Alcuni attribuiscono la causa di quest' effetto al peso dell' aria, che agisce pienamente sull' acqua del maggior braccio, e non può bene agire sopra quella del più stretto; ma questa causa non deesi ammettere; perchè se si tuffi un cannello simile nel mercurio, questi non vi sale internamente tant' alto quanto è la superficie esterna del mercurio, eppure il peso dell' aria dee agir quì come appunto agisce nell' acqua: e se tuffisi nell' acqua uno di questi cannelli stretti, non più alto di $\frac{1}{4}$ pollice, l' acqua vi sale fino in cima, quantunque l' aria possa liberamente insinuarvisi: inoltre, se questo cannello è grosso, o sia stato lungo tempo senza esser bagnato, egli acquista una certa patina, a cui l' acqua non s' attacca; ed allora l' acqua non vi si alza sopra il livello, quantunque la causa della mancanza del peso dell' aria sia la stessa non alterata. Bisogna dunque spiegar quest' effetto con le cagioni medesime, che fanno sollevar l' acqua, posta in un vaso di legno, intorno agli orli anco più di una linea e mezzo, acquistando così una superficie concava; come pure le stesse cagioni, che fanno unire insieme due gocciole d' acqua, quand' esse si toccano, delle quali si è parlato molto a lungo nel primo Discorso.

Un effetto sorprendente dell' equilibrio si vede nella seguente esperienza. S' empia d' acqua una botte di legno A B C D, (*Fig.* 19. *Tav. I.*) larga 2. ò 3. piedi: facciasi un apertura E nel fondo superiore, per mettervi un cannello largo un pollice, ben commesso con pece, e stoppa, o con altra materia, affinchè non vi passi aria, e sia questo piccol cilindro E F alto 12. ò 15. piedi; empiasi la botte d' acqua per un qualche foro fatto nel fondo superiore, e pongasi sopra questo fondo un peso di 700. ò 800. libbre, che lo farà piegare per esempio in A M D; se intorno a questo cilindro mettasi un segno bianco nel punto H, e nel muro vicino pongasi immobile un regolo I L; vedrassi nel versar l' acqua a poco a poco nel canale stretto E F, quando sarà pieno, alzarsi il fondo A M D non ostante il peso di 800. libbre, di cui egli è caricato, non solamente nel suo primo stato A E D, ma anco più alto; poichè questo fondo acquisterà una curvatura convessa, il colmo della quale sarà nel mezzo tanto elevato sopra il punto E, quanto era per l' avanti sotto il punto M; come si conoscerà in vedere alzarsi il segno bianco H, e passare a poco a poco sopra il regolo I L, per mezzo di cui potrassi misurar la differenza. Che se il cannello sia ancor più alto, l' elevazione del peso sarà ancor maggiore: d' onde vedesi, che la poca acqua, che è nel cannello, ha tanta forza per alzar questo gran peso, e per piegare il fondo della botte, come se questo cannello avesse la larghezza della botte. Quest' effetto può provarsi con le ragioni stesse dette di sopra, intorno l' acqua del minor braccio C D (*Fig.* 18. *Tav. I.*)

che fa alzar l' acqua del braccio B A, quando pesasse questa ancor 1000. volte più della prima: perchè la velocità, che prenderà nello scendere l' acqua del piccol cannello F E (*Fig.* 19. *Tav. I.*) starà a quella del fondo A D con i suoi pesi, nell' alzarsi, come la superficie di questo fondo sta alla superficie del cilindro; cioè a dire, se il cilindro ha il diametro d' un pollice, ed il fondo di 30. pollici, la superficie del fondo sarà 900. volte maggiore della superficie superiore dell' acqua del cannello; se l' acqua dunque di questo scende un pollice, quella che tocca il fondo superiore della botte s' alzerà solamente $\frac{1}{900}$ di pollice; e per conseguenza, se l' acqua del cannello pesa una libbra, farà essa equilibrio con 900. libbre; dunque ella farà alzare le 800. libbre, che son sopra il fondo con quella poca acqua, che passerà sopra la A E D; bisogna però supporre per l' esattezza del calcolo, e del raziocinio, che il fondo s' alzi tutto intiero nel medesimo tempo.

Quando in un sifone un braccio è inclinato, e l' altro è perpendicolare, essendo ambedue appresso a poco egualmente larghi, l' acqua pure si livellerà. Sia il sifone A B C (*Fig.* 20. *Tav. I.*) talmente posto, che il braccio A B sia perpendicolare, e C B sia inclinato; è manifesto, che il peso dell' acqua che sarà in B D, starà al peso di quella, che sarà in E B, come la grandezza D B, sta alla grandezza E B; ma se E D è orizzontale, la forza totale dell' acqua E B per discendere starà a quella, che avrebbe, se scendesse perpendicolarmente, come la lunghezza E B, sta alla lunghezza D B: dunque ella s' equilibrerà con l' acqua D B, la cui direzione è verticale, secondo il Principio universale: perchè gli spazj passati nel medesimo tempo dall' acque de' due cannelli, secondo le lor direzioni naturali verso il centro della terra, saranno in ragion reciproca de' lor pesi, cioè di E B a D B, e per conseguenza l' acqua E B non forzerà l' acqua B D; lo sfregamento maggiore nel braccio più lungo può cagionar qualche differenza, e far muovere più difficilmente l' acqua per il piano inclinato E B; ma quando l' uno, o l' altro braccio fosse più grosso, ciò non impedirebbe in niuna maniera l' equilibrio per le ragioni che sono state di sopra esposte.

Quando ne' sifoni, che hanno un braccio molto maggiore dell' altro, come nella *Fig.* 21. *Tav. I.* si chiude col dito in F il minor braccio, e ripieno poi d' acqua il maggiore, si leva il dito in un tratto, il primo moto di tutta l' acqua A B è ritardato dalla difficoltà dell' uscita in G; ma il moto per F C è molto maggiore nel suo principio, che quando le due braccia sono egualmente larghe; d' onde segue, che se mettasi un po' d' acqua nel braccio F C, finchè ella riempia il cannello di comunicazione B C, e se dopo aver col dito chiusa l' apertura F, si riempia l' altra parte A B fino all' orizzontale E D, e levisi poi in un

trat-

tratto il dito, l' acqua salirà sopra il punto D, fino in F, lo che succede, perchè l' acqua del braccio maggiore, scendendo anco lentamente, fa salire con grandissima velocità l'acqua nel minor braccio; e perchè movendosi l' acqua tutta per arrivare all' equilibrio, si muove ancora dopo esservi arrivata, per la velocità già acquistata, come nel sifone uniforme; lo che fa, che l' acqua del maggior braccio prosegua a scendere, e salga l' acqua dell' altro per 3. ò 4. pollici sopra il punto D, d' onde ella scende di nuovo, e si ferma finalmente dopo alcune oscillazioni alla medesima altezza E D in ambedue le braccia; e quando il braccio A B fosse pieno interamente avanti di levare il dito, l' acqua nondimeno s' alzerebbe con impeto sopra il punto F, 2. ò 3. pollici, se il braccio A B fosse molto più largo dell' altro C D; perchè allora gli alzamenti, e le discese in questo braccio largo saranno piccolissime, e quasi insensibili. Eccone l' esperienze, che ne son state fatte. *Fig. 22. Tav. I.*

Si è ripieno d' acqua il vaso di latta A B C D, e la canna E F larga 4. pollici, alla quale era saldato il cannello piegato di vetro F G H; prima di gettar l' acqua si era chiuso col dito il cannello in H per impedir l' escita all' aria G H; quando si levava il dito, l' acqua saliva con impeto quasi 3. pollici sopra la superficie dell' acqua D A, fino in I; ma quando il cannello di vetro era 5. ò 6. pollici più alto di A D, l' acqua vi saliva quasi 4. pollici più alto di H, d' onde scendeva dipoi, e finalmente s' equilibrava. L' istessa esperienza si è fatta in un canale L E F largo egualmente per tutto, essendo sempre G H più stretto di L E F, e l' acqua saliva sempre sopra il punto H, come quando eravi unito alla canna E F il vaso A C: in questi casi pertanto l' acqua comincia a salire in G con molta velocità, e sale ancora un poco più presto, quando l' acqua L E ha acquistato moto. Ma questa velocità per G H incomincia a diminuire quando l' acqua delle due braccia è giunta all' equilibrio, cioè all' altezza dell' orizzontale K M, ov' ella per esempio dee in esso fermarsi. Che se di liquori differenti s' empiano le due canne, i più leggieri vi si fermeranno più alto degli altri, secondo le proporzioni reciproche de' lor pesi; ed eccone quì le regole.

Regola dell' equilibrio de' differenti liquori, proveniente dalla gravità.

Si considerano quì due sorte di peso ne' corpi, l' uno che procede dalla massa del corpo, come un piede cubo di legno pesa più d' un pollice cubo della stessa materia; l' altro procede dalla densità delle materie, o da qualche altra causa, per la quale un corpo pesa più d' un al-

altro di volume eguale, come un pollice cubo d' oro pesa più d' un pollice cubo di ferro; quest' ultimo peso chiamerassi da noi gravità specifica: così la gravità specifica dell' acqua è maggior di quella dell' olio: non si considera quì il peso dell' aria, in mezzo alla quale si pesano i corpi, quantunque in rigore debbavisi aver riguardo.

Stia dunque nel sifone ABC (*Fig.* 23. *Tav. I.*) l' acqua in equilibrio all' altezza DE; si versi dell' olio nel braccio CB fino all' altezza C; l' acqua scenderà sotto E, e s' alzerà nell' altro braccio sopra D; sia FE la discesa, e DG l' alzamento, e tirisi l' orizzontale FH; allora l' olio FC starà all' acqua HG reciprocamente, come la gravità specifica dell' acqua sta a quella dell' olio; perchè l' acqua FB farà equilibrio con l' acqua BH, l' olio FC farà dunque equilibrio con l' acqua HG; ma egli è necessario, affinchè il tutto si rimanga in questo stato, che le parti H, ed F sieno egualmente premute, per il Principio universale di sopra esposto: dunque la quantità d' olio FC, peserà tanto sopra F, quanto l' acqua HG sopra H. L' istesso succederà al mercurio, ed all' acqua; poichè se empiasi di mercurio il sifone ABC fino all' altezza DE, e si versi adagio adagio dell' acqua per l' apertura C, inclinando un poco il sifone sul principio, affinchè l' acqua non si mescoli col mercurio, ed arrivi l' acqua fino a C, e fino ad I il mercurio, l' acqua scenderà fino all' orizzontale per esempio KL; ed allora l' acqua KC con il mercurio KB, farà equilibrio col mercurio BI; e come sta la gravità specifica del mercurio a quella dell' acqua, così reciprocamente starà l' altezza KC all' altezza LI; e con questo mezzo facilmente si determineranno le gravità specifiche de' liquori fra loro, perchè se il mercurio pesa 14. volte più dell' acqua, KC sarà 14. volte maggiore di LI.

Avendo considerato l' equilibrio de' differenti liquori fra loro, si può considerare ora quello de' corpi solidi, che galleggiano nell' acqua, come sono il legno, la cera, ec. Eccone le regole.

Regole dell' Equilibrio de' corpi solidi, la gravità specifica de' quali è minore di quella dell' acqua.

REGOLA I.

Ogni corpo solido più pesante dell' aria, e più leggiero dell' acqua, posto in questa, vi s' immergerà un poco, e farà alzar l' acqua; e la parte sommersa starà al rimanente di esso, come la sua gravità specifica a quella dell' acqua.

Sia nella *Fig.* 24. *Tav. II.*, l' acqua BCDE, la di cui superficie supe-

ſuperiore ſia B C, contenuta in qualche vaſo; e ſia A F G H un corpo cubico più leggiero in ſpecie dell' acqua, e più peſante dell' aria; dico che non ſtarà ſulla ſuperficie dell' acqua; perchè la colonna quadrata dell' acqua KRLI ſarà premuta più d' una colonna eguale BEIK, eſſendo in quella di più il peſo del corpo A H; dunque il peſo ſcenderà, e s' immergerà nell' acqua, ma non vi ſi ſommergerà interamente, perchè allora la colonna KRLI compoſta di queſto corpo, e d' acqua, ſarebbe più leggiera d' una egual colonna d' acqua BEIK; ſia dunque la parte ſommerſa GHRK, e l' acqua, che la circonda, ſiaſi alzata fino in BC, che ſarà in più alto ch' ella non era prima, mentre la porzione HGKR del corpo occupa il luogo d' una parte dell' acqua, ch' è coſtretta ad alzarſi: dico che l' acqua contenuta in KGHR, il di cui luogo è occupato dal corpo, ſarà d' un egual peſo al peſo di tutto il corpo, cioè, ſe una quantità d' acqua, di volume eguale a KGHR, peſa nell' aria quanto l' intero corpo AFGH, queſti ſi rimarrà in queſta ſituazione; e la porzione KRGH di queſto corpo ſtarà a tutto, come la gravità ſpecifica di tutto queſto corpo, ſtarà a quella dell' acqua.

Così ſe il corpo AFGH ſta all' acqua in gravità ſpecifica, come 3. a 4., la parte AFKR, che reſterà fuori dell' acqua, ſarà il quarto di tutta la ſua altezza, perchè s' egli peſaſſe 12. libbre nell' aria, altrettanta acqua peſerebbe 16. libbre; e per conſeguenza la parte KRGH peſerebbe 12. libbre, ſe ella foſſe acqua; ella non peſerà dunque ſe non 9. libbre; e la parte fuori dell' acqua AFKR ſarà 3. libbre, ed il tutto peſerà 12. libbre, quanto peſa l' acqua dello ſpazio occupato dalla parte ſommerſa del peſo, che ſarà 16. libbre nella medeſima ragione di 3. a 4.: e per la prima regola il peſo ſtarà nell' acqua in queſta ſituazione. E perchè il ſughero è 4. volte meno peſante dell' acqua, ſe pongaſi nell' acqua BCDE un cilindro di ſughero AFGH, queſti ſcenderà, e ſe la ſuperficie dell' acqua è doppia della baſe del cilindro, l' acqua s' alzerà ſolamente per $\frac{1}{8}$ dell' altezza del cilindro, e il cilindro ſcenderà nell' acqua per $\frac{1}{4}$, di maniera che la parte, che reſterà fuori dell' acqua, ſarà $\frac{3}{4}$ di tutto il cilindro.

Qualche volta l' acqua s' attacca a' corpi leggieri, e s' alza un poco con una concavità intorno alla parte ſuperiore a K, e qualche volta vi reſta una piccola cavità ſotto il detto punto, come abbiamo detto di ſopra, lo che potrebbe recar qualche difficoltà; ma queſta poca acqua, che s' alzerà ſopra il rimanente della ſuperficie dell' acqua, farà una piccoliſſima variazione, che quì non ſi conſidera.

Queſta proprietà dell' acqua d' attaccarſi, o di non attaccarſi a certi corpi, fa comparire talora degli effetti molto ſorprendenti. Eccone degli eſempj. *Fig. 25. Tav. II.*

ABC

A B C è un bicchiere mezzo pieno d' acqua, la cui superficie superiore è D E: se vi è una bollicina di schiuma piena d' aria, come F, o una piccola palla vuota di vetro piena d' aria, più leggiera dell' acqua, o simili altri corpi, questa anderà verso gli orli E, o D, e vi starà come incollata; al contrario poi se il bicchiere è pieno tutto d' acqua fino in A C, allora la piccola palla K non potrà accostarsi all' orlo, e se vi si spinge, ella ritornerà verso il mezzo in K. Ma sonovi altri piccoli corpi leggieri, che fanno un effetto affatto opposto. Prendasi una piccola palla di cera non bagnata, e pongasi adagio sopra l' acqua in F, quando il bicchier non è pieno, ella fuggirà gli orli, e se pongasi questa in K nel mezzo quando il bicchiere è pieno, ella precipiterà verso C, finchè ella tocchi l' orlo del bicchiere. Nella maniera seguente possono spiegarsi questi effetti. *Fig. 26. Tav. II.*

A B è la superficie dell' acqua, quando il bicchier non è pieno; C D è un lato del bicchiere, ove l' acqua un poco si solleva in *gfe*; E è la palla di cera, che essendo untuosa, e posata leggiermente sull' acqua, vi fa la piccola piegatura H I K, perchè l' acqua non le s' attacca, e la palla s' immerge sotto la superficie dell' acqua A H K B, finchè la parte, che resta sotto, con l' aria compresa sotto la linea orizzontale punteggiata, pesi tanto quanto l' acqua, che era prima contenuta nello spazio compreso da questa linea H K punteggiata, e dalla curva H I K; ora se facciasi avanzare questa palla verso *g*, allorchè il punto K, estremità della concavità H I K vuole avvicinarsi più del punto *g* al lato del bicchiere, allora l' acqua, che è in *f*, non essendo sostenuta più da quella, che è nel punto *g*, discende, e spinge la palla, finchè il punto K non sia giunto al punto *g*, rimanendo sempre la curvatura *efg* nel suo primiero stato.

Ma se questo bicchiere è tutto pieno, e l' acqua passi sopra gli orli senza versarsi, come succede, e come vedesi nella *Fig. 27. Tav. II.* nella quale l' acqua si dispone in una superficie convessa da L fino all' orlo B del bicchiere, allorchè la palla E si farà avanzata tanto, che la sezione H I K incontri la convessità L B, come per esempio in P, questo punto sarà più basso del punto H dell' altra parte della palla; ed in tal modo la palla si troverà in un pendìo, che sarà anco maggiore, quando la medesima sezione s' accosterà più al punto B, e questo pendìo diverrà sempre più inclinato, quanto più la palla s' accosta a toccare l' orlo del bicchiere in B, come vedesi dall' altra parte del bicchiere in questa medesima figura.

Per le stesse ragioni, allorchè due di queste palle sono l' una presso dell' altra, esse si uniscono: poichè (*Fig. 28. Tav. II.*) sia la linea A C D E F B il livello della superficie dell' acqua; *C a e D*, *D e b F* le due

due cavità fatte dalle palle, ed il punto *e* l' interſezione delle cavità; egli è chiaro, che il punto *e* ſarà più baſſo del livello dell' acqua A C F B, e che per conſeguenza vi ſarà un pendìo da ambedue le parti; lo che farà che le palle ſdruccioleranno ad incontrarſi, come vedeſi in queſta figura. Che ſe una delle palle ſia bagnata, ſicchè l' acqua vi ſi poſſa attaccare, allora queſte ſi riſpingeranno, come provaſi nell' iſteſſo modo; perchè nella palla bagnata B (*Fig.* 29. *Tav. II.*) l' acqua ſi alza in C B, e B D, e nell' altra E ſi fa la cavità F G H, e ſe ſi ſpingono una contro l' altra, l' acqua s' alzerà di più in C tra le due palle, ed in maggior quantità, lo che farà che le palle ſi riſpingeranno indietro fra loro.

Che ſe le due palle della figura precedente ſon bagnate, eſſe s' accoſteranno a cagione della concavità che riman fra loro; e s' uniranno per la medeſima ragione, per cui due gocciole d' acqua s' uniſcono, e fanno una ſola goccia; poichè i due rialti d' acqua B C, C D (*Fig.* 30. *Tav. II.*) ſono come due mezze goccie, che devono unirſi ſubito, che ſi toccano un poco.

Per la medeſima ragione due palle bagnate ſi uniſcono, e s' accoſtano a' lati del bicchiere quando non è pieno: perchè vi ſi fa un ſimile rialto d' acqua; e quando egli è pieno, e l' acqua ſorpaſſa gli orli, la palla bagnata è riſpinta nel modo ſteſſo, ch' ell' è riſpinta da una palla non bagnata; perchè avvicinandoſi all' orlo del bicchiere C (*Fig.* 31. *Tav. II.*) il piccol rialto d' acqua A B fa alzar più alto quella che è tra B, e C, ed allora tutta l' elevazione è maggiore della ſola D F, che è concava; e perciò la palla ſarà riſpinta verſo D, lo che è conforme all' eſperienza.

Queſta difficoltà che ha l' acqua d' attaccarſi alla cera, fa che alcuni corpi più peſanti dell' acqua non vanno a fondo, come appunto un piccol cilindro E K di boſſolo (*Fig.* 32. *Tav. II.*) o di altro legno più peſante dell' acqua, che ſia unto col ſego, o tinto d' una qualche vernice, che impediſca all' acqua d' attaccarviſi, reſterà a galla, e gli ſi formerà d' intorno l' arginetto d' acqua F G H K I L M; perchè lo ſpazio d' aria G F L M, che è ſopra il livello A F M B, non avendo peſo, il fondo O P non avrà maggior carico di C O, che gli è eguale, e ſi può ancora premere un poco con un dito verſo il fondo il piccol cilindro, ſenza che egli vada a fondo; ſe però le incurvature F G, M L ſieno minori di una linea e mezzo; perchè potendo eſſere di 2. linee, ſenza che l' acqua ſi diſtenda ſopra G L, vi ſarà ſopra più aria, e dopo che ſi leverà il dito, il cilindro riſalirà, non perchè l' aria lo ritiri a ſe, ma perchè le colonne d' acqua che ſono a' fianchi, le baſi delle quali ſono eguali a P O, peſano più, e fanno riſalire il cilindro G L. Per le ſteſ-

stesse ragioni si può posare sull' acqua non agitata un piccolo ago, senza che vada al fondo, se egli è un poco untuoso, ed asciutto; ma dopo che sarà bagnato, l' acqua vi s' attaccherà, nè vi si farà cavità, ove possa star l' aria, e l' ago anderà a fondo.

Farà maraviglia vedere il diaccio star a galla nell' acqua, parendo, che essendo egli più freddo dell' acqua fluida, debba esser più denso, e perciò più pesante; ma bisogna osservare, che nel diaccio vi son sempre mescolate delle bolle d' aria, come è stato spiegato nella prima Parte; e questa mescolanza appunto lo rende più leggiero; e quantunque in alcuni luoghi del diaccio questa mescolanza non sia visibile, attesa la piccolezza delle particelle aeree, si può credere, che siavene sempre qualche poca, e che questa poca unita al diaccio, la cui densità non è molto maggiore di quella dell' acqua, possa fare un composto meno pesante dell' acqua.

L' istesso succede al piombo, al sego, alla cera, e ad altre simili materie; perchè, essendo fuse queste materie, sostengono le parti, che ancor non lo sono, lo che procede dal farsi sempre degl' intervalli vuoti tra le parti di questi corpi, quando cominciano a rassodarsi. Se taglisi nel mezzo una palla di piombo, si trova verso il centro un vuoto considerabile; il sego congelandosi diventa opaco a cagione de' piccoli spazj vuoti che vi si fanno, i quali impediscono alla luce il passaggio in linea retta, con le varie rifrazioni, e riflessioni ch' ella vi soffre.

Applicazione di questa Regola.

Se pongasi il vaso vuoto A B C D (*Fig.* 33. *Tav. II.*) nell' acqua E F I L, contenuta nel vaso G L I H, e tengasi questo vaso vuoto in maniera ch' egli stia dritto, nè possa rovesciarsi; tanta forza abbisogna per tenerne sommersa una parte ad una certa profondità sotto la superficie dell' acqua E F, quanta ne bisognerebbe per sostener nell' aria il peso M, che posto in fondo del vaso A B C D, lo potesse tenere in questa situazione; il qual peso con quello del vaso vuoto deve esser eguale al peso di quell' acqua, che occuperebbe lo spazio N O D C, come abbiam di sopra spiegato.

Si può applicar quest' effetto al diaccio che si forma ne' fiumi intorno alle palizzate che reggono i Ponti, per giudicare, se gonfiando il fiume, il diaccio, che è attaccato alle palizzate, è capace di sollevarle, e rovinare il Ponte. Poichè supponendo, che il diaccio sia grosso un piede, e pesi con l' aria, di cui è ripieno, meno di $\frac{1}{15}$ dell' acqua, si farà facilmente il calcolo per sapere qual peso può impedirgli di alzarsi sopra all' acqua; per esempio, se egli è 400. piedi in superficie, sarà 400. pie-

piedi cubici, ciascun de' quali peserà 64. libbre, in vece di 70. libbre, che è il peso d' un piede cubico d' acqua; e moltiplicando il 6., differenza di 64. da 70., il prodotto è 2400. libbre: se dunque il peso delle palizzate del Ponte è maggiore di 2400., il diaccio non sradicherà le palizzate; perchè vi sarà di più ancora la resistenza che fanno queste col loro sfregamento con il terreno immobile ove son confitte, per essere svelte.

Se il diaccio fosse solamente dalla parte superiore, e fosse molto lungo come A B, (*Fig.* 34. *Tav. II.*) egli potrebbe servir di leva, facendo il suo punto d' appoggio su l' ultima palizzata, per svellere le altre EF, GH, ma converrà prendere la porzione della sua forza dalla metà della distanza A B, essendochè ciascuna parte del diaccio A B agisce secondo la sua distanza fino al punto d' appoggio D; che se il diaccio sia ancora dall' altra parte, e della stessa lunghezza, allora egli impiegherà tutta la sua forza: ma siccome ordinariamente i Ponti pesano molto, essi sono piuttosto rovinati dalla percossa continua de' gran pezzi di diaccio, che a poco a poco gli smuovono, e gli svellono, urtandogli di sopra, che per il sollevamento del diaccio, che non vi può far gran forza.

Se pongasi un corpo molto leggieri in liquori differenti in gravità specifica, la parte sommersa nell' uno, starà alla parte sommersa nell' altro, come la gravità specifica dell' uno sta alla gravità specifica dell' altro.

Per queste stesse ragioni i Vascelli, ed i Battelli carichi di mercanzie devono sommergersi nell' acqua fino a tanto che l' acqua di cui essi occupano il luogo sotto il livello, pesi quanto il Vascello, con quel che vi è dentro: per questo è accaduto alle volte, che alcuni Vascelli passando dal mare in qualche fiume, vi si sono affondati; perchè essendo l' acqua dolce più leggiera di quella del mare, lo spazio dell' acqua dolce, eguale a quello, che occupava tutto il Vascello, era meno pesante del peso del Vascello, il qual peso era respettivamente meno grave nell' acqua del mare.

REGOLA II.

I corpi più leggieri dell' acqua, essendo per forza ritenuti in fondo dell' acqua, e lasciati dipoi in libertà, s' alzano sopra l' acqua nella seguente maniera. (Fig. 35. Tav. II.)

A B C D è l' acqua contenuta nel vaso; E F G H è il corpo, la cui gravità specifica è minore di quella dell' acqua: pesando la colonna K I G H, meno d' una colonna d' acqua dello stesso volume H D B I, l' acqua vicina al punto H, tra *H* e *D* è più caricata di quella che è

tra

tra G, ed H, e per conseguenza ella s' insinuerà, e scorrerà sotto il corpo HG, e lo solleverà. L' altre parti dell' acqua, che sono in fondo alla medesima profondità del disotto di questo corpo, faranno l' istesso effetto per sollevarlo; e trovando questi più alto le stesse disposizioni, sarà sempre sollevato, finchè una parte di esso sia fuori dell' acqua; e perchè s' alzerà con velocità, salterà in più alto di quel luogo, ove dee fermarsi; ma ricalerà poi un poco più basso, e finalmente dopo alquante oscillazioni si fermerà nel luogo del suo equilibrio, secondo le regole precedenti.

Che se nel fondo del vaso vi fosse un foro L, onde escir potesse l' acqua, il corpo FH non s' alzerebbe; perchè la stessa acqua, che dovrebbe spinger questo corpo in alto, scende per il foro, e lo tira seco, attesa la sua viscosità; ed essendo premuto di sopra dalla colonna d' acqua KEIF, si rimarrà sempre in fondo dell' acqua, finchè ella sia escita tutta.

Egli è evidente da ciò che si è detto sopra, che se ABCD (*Fig.* 36. *Tav. II.*) è un vaso pieno d' acqua, con un apertura in E, l' acqua che è lateralmente in F, essendo premuta da tutta l' acqua superiore, sarà spinta verso l' apertura con forza maggiore, che quella che è di sopra perpendicolarmente in I: se il punto G è più lontano dal punto E, che il punto F, se ne vedrà la pruova lasciandovi cadere un pezzo di carta avvolta, e bagnata, o alcun altro corpo un po' più pesante dell' acqua, come per esempio, pezzetti di segatura di legno: poichè, subito che si leverà il dito, che sosteneva l' acqua in E, l' acqua che esce sarà seguita dalla carta in F, lo che farà conoscere, che le parti dell' acqua vicina a questo piccolo corpo, vi sono spinte come l' altre parti, che son più vicine all' apertura, e che son comprese nell' emisfero QHILN; e quelle che saranno le più vicine, come in M, ed in F, succederanno a quelle, che escono prima delle più lontane, come H, o L, e molto prima di quelle che sono in G, o più alto, come in O. Se ne farà l' esperienza lasciando cadere delle particelle di qualche materia nell' acqua prima di levare il dito; perchè vedrassi che quelle che saranno in H, o in L, e che cadevano perpendicolarmente, saranno frastornate a muoversi per i raggi dell' emisfero HE, ed LE, con una velocità maggiore, che i corpi simili, che saranno in O, o in G. L' istesso succederà, se l' apertura è in P in vece di essere in E: perchè i corpicciuoli, che saranno nell' emisfero KRS, vi scorreranno dopo che si sarà levato il dito; e per questa ragione appunto avviene, che bucando una botte di vino un dito sopra la posatura, e sia il foro molto grande, le parti della posatura più vicine saliranno per passarvi, e intorbideranno il vino. Allorchè i fori E, o P son

son molto piccoli, l' emisfero è meno esteso, che quando essi son grandi.

REGOLA III.

I corpi, de' quali la gravità specifica è maggior di quella dell' acqua, caderanno a fondo.

SPIEGAZIONE.

Sia A (*Fig.* 37. *Tav. II.*) il corpo più pesante dell' acqua; scenderà questi nell' acqua come nell' aria; vi scenderà però più adagio: l' acqua B, che gli starà sotto appunto, sarà spinta abbasso da questo corpo, e questa urtando l' altra più basso, la spingerà in giro per parte in C, e D, e tutta l' acqua del vaso si metterà in moto; e quando il corpo sarà sceso in B, si faranno altri vortici per riempire il luogo ch' egli lascerà, finchè non tocchi il fondo.

REGOLA IV.

I corpi, de' quali la gravità specifica è maggior di quella dell' acqua, perdono nell' acqua tanto del lor peso, quanto ne ha l' acqua di cui essi occupano il luogo.

Sospendasi nell' acqua il corpo A B (*Fig.* 38. *Tav. II.*) colla corda C D; posto che se ne sia levata interiormente la parte E, in maniera, che il rimanente pesi tanto quanto l' acqua, che riempirebbe lo spazio A B, se questo corpo non vi fosse; è chiaro, che questi farà allora equilibrio con altrettanta acqua situata per parte; e per conseguenza, che da esso non resterà aggravata niente la corda C D, come se questa fosse tuffata nell' acqua senza il corpo. Dunque se si supponga rimessa la parte E, tutto il corpo peserà solamente sopra C D, quanto pesa la parte E; d' onde ne segue ciò che era stato proposto: con questo mezzo si può trovar la maniera d' esaminare la gravità specifica di tutti i corpi gravi più dell' acqua, sì rispetto all' acqua, che agli altri corpi; perchè sia per esempio il corpo A B, d' oro; si pesi nell' acqua con una bilancia, attaccandolo a un de' piattini con una cordicella, e ponendo un peso eguale nell' altro piattino, lascisi dipoi immergere interamente nell' acqua, e se bisognerà togliere $\frac{1}{18}$ del peso, che gli faceva equilibrio nell' aria, per mantenere l' equilibrio nell' acqua, si conoscerà, che la gravità specifica dell' oro sta a quella dell' acqua come 18. a 1. e se il corpo è di piombo, e bisogni levare $\frac{1}{11}$ di quel peso che gli faceva equilibrio nell' aria, si conoscerà che la gravità specifica dell' acqua, sta a quella del piombo, come 1. a 11. e di più, che quella dell' oro a quella del piombo sta come 18. a 11. Con questo mezzo si potrà cono-

sce-

ſcere ſe un pezzo d'oro è falſo, ſenza disfarlo: perchè ſe in una ſimile eſperienza perde queſti nell' acqua $\frac{1}{13}$ ò $\frac{1}{14}$ del ſuo peſo, ſi dedurrà, che altri metalli vi ſieno meſcolati in gran quantità, come per eſempio, per un terzo, o per un quarto, e che egli è falſo; ma ſe non perdeſſe ſe non $\frac{1}{17}$, ſi potrebbe prender per buono, poichè vi ſarebbe pochiſſima meſcolanza. Che ſe ſi ſoſpenda con una corda in un ſecchio un gran corpo cilindrico di vetro, o di metallo, in maniera che queſti lo riempia quaſi tutto ſenza toccare il fondo, e i lati, e vi ſi verſi dentro dell' acqua per riempirne il vuoto, fino all' altezza del corpo cilindrico; allora colui che aveſſe ſoſtenuto il ſecchio facilmente avanti che vi ſi metteſſe l' acqua, con fatica lo potrà portare, poichè in queſto caſo il ſecchio peſerà quanto peſerebbe, ſe foſſe pieno fino all' altezza di queſto corpo, quando queſti non vi foſſe; e quegli che ſoſteneva la corda, ſarà ſcaricato di tanto peſo, quanto ſarebbe il peſo dell' acqua, di cui occupa il luogo il corpo cilindrico: la ragione di ciò ſi è, che allora queſto corpo ſeguiterebbe le ſteſſe regole, che oſſervano i corpi ſoſtenuti nell' acqua, il peſo de' quali diminuiſce del peſo d' un volume d' acqua eguale a quello che eſſi occupano; e per conſeguenza colui che ſoſteneſſe la corda, ſi ſentirebbe ſcaricato d' un peſo eguale al peſo dell' acqua d' un volume eguale al corpo cilindrico, e l' altro che teneſſe una mano ſotto queſto ſecchio, oltre il peſo del ſecchio, ſoſterrebbe tanto peſo, quanto ne ſentirebbe di meno l' altro, e di più il peſo di quella poca acqua, che vi ſi farà verſata.

Alle volte i corpi più leggieri dell' acqua vanno al fondo per una cagione faciliſſima a ſpiegarſi: eccone un eſperienza. Prendaſi un vaſo di vetro cilindrico, alto 7. ò 8. pollici, e largo 3. ò 4. pollici, come ABCD (*Fig. 39. Tav. II.*) che abbia nel mezzo del fondo il foro E di tre linee in circa: riempiaſi d' acqua, tenendo un dito in E, e pongaſi ſopra l' acqua una palla di cera F, che poſſa paſſare per il foro E: e quando l' acqua ſarà in quiete, leviſi il dito, laſciando eſcir l' acqua; la cera ſcenderà con la ſuperficie dell' acqua, ed eſcirà dal foro E, inſieme con l' ultima acqua. Ma ſe diaſi all' acqua un gran moto circolare, o con verſarla nel vaſo obliquamente contro gli orli del vaſo, o altrimenti; quando ſi leverà il dito dal foro, ſi vedrà ſcender la palla ſubito che l' acqua comincerà a eſcire, e farſi nel mezzo dell' acqua un vuoto, ove entra l' aria, da H ad E, e queſto vuoto dura finchè n' eſca tutta l' acqua, e vi ſi vede come una colonna ſpirale d' aria dalla ſuperficie dell' acqua fino al foro E.

Queſt' effetto ſi ſpiega così; l' acqua che è nell' emisfero CILMD è ſpinta verſo E, allorchè l' acqua è in quiete, e ſenza moto conſiderabile, come ſi è provato; e ſuccede eſſa a quella che eſce, prima che vi

vi sia scesa quella, che è in H: ma quando l' acqua ha un gran moto circolare, le parti laterali verso M, ed I, ovvero *r* ed *s*, non posson arrivare verso E, se non dopo 4. ò 5. giri in spirale, e son anco portate verso i lati del vaso, essendo spinte per la direzione delle tangenti de' cerchi, che esse descrivono: d' onde ne segue, che la colonna d' acqua FE vi cade subito intiera, e vi passa tutta con la piccola palla di cera, che le sta sopra; e perchè l' acqua che è a' fianchi di questa colonna, che è già escita, non può subito riempirne il luogo a motivo del suo moto circolare, che le da una differente direzione, egli è necessario, che l' aria superiore, atteso il suo peso, e la sua elasticità, vi s' insinui, e vi resti fino che tutta l' acqua sia escita.

Accade talora, che la piccola palla non è direttamente sopra la colonna, ed allora ell' è trasportata un po' lateralmente fra due acque; e se anco ella ritorna verso il mezzo, la colonna d' aria colla sua elasticità la rispinge verso le pareti del vaso; ma alla fine ell' entra nella colonna vuota, e passa dipoi per il foro, aggirandosi velocissimamente, avanti che la metà dell' acqua sia escita.

Per le stesse ragioni succede, che, se nel fondo d' un acqua molto alta di un fiume, o del mare, siavi una grande apertura, per dove scoli l' acqua in altri luoghi più bassi, come dicesi scolare il Mar Caspio nel Mar Nero, l' acqua trasporta seco i vascelli, che passano sopra questa voragine: perchè l' acqua cadendovi obliquamente, prende sempre un moto verticale, e relativamente a' vascelli, che vi passano sopra, produce l' effetto medesimo che produce l' acqua, relativamente alla palla di cera, aggirandosi nel vaso ABCD. Dicesi anco, che in qualche mare vicino alla Svezia siavi un simile vortice d' acqua, in cui i vascelli si sommergono, e che alle volte se ne sono veduti gli avanzi in un luogo d' un mar vicino, che è più basso. Egli è facile a vedersi, che l' acqua impiega più tempo a escire dall' apertura E, quand' esce aggirandosi, che quando ella non gira, poiche nel primo caso l' aria occupa una parte di quest' apertura.

DISCORSO II.

Dell' equilibrio de' corpi fluidi proveniente dall' elasticità.

L'Aria, e la fiamma agiscono con la loro elasticità per equilibrarsi con gli altri corpi. L' elasticità dell' aria si rende manifesta con molte esperienze; come ne' barometri, ov' ella molto si dilata; negli archibusi a vento, ove si condensa estremamente: ma egli è difficilissimo spiegar bene queste dilatazioni, e queste condensazioni. Per darne

una qualche idea, si può considerare tutta l' estensione dell' aria di giù in su, come un grande ammasso di spugne, o di palle di cotone, delle quali le più alte avrebbero la loro naturale estensione: ma l' inferiori, essendo premute dal peso delle superiori, si ridurrebbero ad un piccolissimo volume, e riprenderebbero la lor primiera dilatazione, allorchè fossero scaricate dal peso dell' altre. Secondo questa ipotesi si può dire, che l' aria bassa per la sua elasticità s' equilibra col peso di tutta l' aria rimanente, di cui ella è caricata; sicchè se quest' aria superiore divenisse più pesante, o s' accrescesse di più, l' aria inferiore si condenserebbe un poco più; e se la superiore divenisse meno pesante, o se avesse minore estensione, l' inferiore si dilaterebbe. Si può anco paragonare l' elasticità dell' aria a una molla d' acciaio, che si comprime, e si serra di più, quando si carica d' un peso maggiore, e che ritorna, e si stende poi, quando si leva una parte del peso; e siccome si può dire, che una molla d' acciaio essendo premuta, e ridotta ad una certa figura da un peso, fa equilibrio in questo stato con questo peso, così si può dire, che l' aria più bassa, nella maniera ch' ell' è condensata, fa equilibrio per la sua elasticità con tutto il peso dell' atmosfera.

Molte esperienze fanno vedere, che la condensazione dell' aria si fa in ragione del peso, di cui ell' è caricata: eccone una assai facile. Prendasi un cannello di vetro recurvo ABC (*Fig.* 40. *Tav. II.*) chiuso in C, ed aperto in A; vi si versi un poco di mercurio fino all' altezza orizzontale DE, affinchè l' aria rinchiusa CE non sia nè meno nè più dilatata di quella, che è nell' altro braccio: perchè se il mercurio fosse un poco più alto in un braccio, che nell' altro, l' aria sarebbe in questo più premuta. Bisogna, che l' altezza EC sia mediocre, per esempio, di 12. pollici, come si è supposto in questa figura, e l' altra AD sia alta quanto si può averla. Essendo adunque il mercurio dall' una, e dall' altra parte alla stessa altezza verso D, ed E, e non essendovi più comunicazione tra l' aria EC, e DA, si versi dall' apertura A con un piccolo imbuto di vetro, altro mercurio, procurando che non entri aria nello spazio CE; si vedrà salire il mercurio a poco a poco verso C, e condensarsi l' aria, che era in CE; e se EF è 6. pollici, essendo FG una linea orizzontale, il mercurio sarà salito nell' altro braccio fino al punto H, lontano 28. pollici dal punto G, se sieno allora i barometri all' altezza di 28. pollici nel luogo dell' osservazione; perchè se fossero a 27. $\frac{1}{2}$, anco GH sarebbe solamente 27. pollici, e mezzo. In questo stato adunque l' aria in FC è premuta dal peso dell' atmosfera, che si suppone eguale a quello di 28. pollici di mercurio, e dal peso ancora de' 28. pollici, che sono nello spazio GH; e per conseguenza ell' è caricata da un peso doppio di quello da cui è caricata l' aria, che trovasi

vasi nel luogo, ove si fa l'esperienza, e che è simile a quella che era in EC, avanti d'esser condensata dal peso del mercurio GH. Si vedrà dunque manifestamente da questa esperienza, che l'aria EC si sarà condensata in proporzione del peso. La stessa proporzione si troverà ancora nell'altre esperienze, facendo il calcolo così: Si prende per primo termine la somma del peso dell'atmosfera, e del mercurio, che sarà salito sopra il livello del disotto dell'aria nel braccio EC; per secondo termine il peso dell'atmosfera, cioè 28. pollici di mercurio; per terzo, la distanza EC; ed il quarto proporzionale sarà lo spazio, o l'altezza, a cui si ridurrà l'aria rinchiusa nel cannello EC: per esempio, se l'aria si fosse ridotta allo spazio IC di 8. pollici, si troverebbe, che il mercurio sarebbe nell'altro cannello 14. pollici più alto della linea orizzontale IL. Ora la somma di questi 14. pollici con i 28. dell'atmosfera è 42.; bisogna dunque dire, secondo questa regola, come 42. pollici stanno a 28., così l'estensione dell'aria EC, sta all'estensione IC. Che se volesse ridursi quest'istessa aria nello spazio di 3. poll. MC, che è $\frac{1}{4}$ di EC, bisognerebbe porre 84. pollici di mercurio nel braccio DA, sopra l'orizzontale MN, e si troverebbe questa proporzione col seguente calcolo; come MC di 3. poll. sta ad ME di 9. poll. così 28. poll., che sono il peso dell'atmosfera, stanno ad 84. perchè, invertendo, 84. starà a 28., come 9. a 3. e componendo, 84. più 28. cioè 112. starà a 28., come 9. più 3., cioè EC, che è 12., a 3.; e se vuol sapersi quanto alto bisognerebbe il cannello per ridur quest'aria nello spazio OC d'un pollice, bisogna dire, come OC d'un pollice, sta ad AOE di 11. poll., così 28. poll. di mercurio, peso dell'atmosfera, stanno a 308., e 308. sarà l'altezza verticale, che convien dare al mercurio sopra il punto O, ò P; donde si vedrà, che per far quest'esperienza, bisogna che il braccio DA sia alto più di 308. poll. cioè bisogna che sia quasi 320. poll. affinchè vi resti uno spazio sopra il mercurio perchè non si versi.

L'istesso accaderà se il braccio EC (*Fig.* 41. *Tav. II.*) sia molto più largo, o molto meno del braccio DA: poichè se vi si versi il mercurio fino all'altezza GF, l'altezza GH del mercurio nell'altro braccio sarà di 28. pollici: perchè siccome il mercurio DG s'equilibra col mercurio EF, benchè questi sia in molto maggior quantità, come si è quì sopra provato dell'acqua, così la forza d'elasticità dell'aria rinchiusa in FC sarà equilibrio col mercurio GH, giacchè ella lo sosterrebbe, se GH fosse della larghezza stessa che è FC; e per conseguenza fa l'istesso effetto, come se il braccio EC fosse alto quanto l'altro, e come se vi fosse il mercurio all'istessa altezza H: Io ne ho fatte le seguenti esperienze. Avendo versato il mercurio fino in L, che era $\frac{1}{3}$ di

 EC,

EC, io trovai nell' altro braccio il mercurio alto 14. poll. meno $\frac{1}{4}$ ſopra IL, e quando lo ſpazio EF, metà di EC fu pieno, lo trovai poll. 28. $\frac{1}{2}$ ſopra GF; ed avendovene meſſo fino a 44. pollici ſopra NM. trovai MC eſſere poco più di tre parti decime di EC, e $\frac{4}{5}$ d' una delle medeſime parti decime, che è ſempre la medeſima proporzione, poichè i barometri erano allora a poll. 27. $\frac{1}{2}$. Per le medeſime ragioni, ſe il braccio EC foſſe molto più ſtretto dell' altro, l' aria che vi ſarebbe rinchiuſa, farebbe un ſimile equilibrio per la ſua forza d' elaſticità con il mercurio dell' altro braccio. Si troveranno le medeſime proporzioni, quando l' aria ſarà rarefatta più di quella del luogo ove ſi fa l' eſperienza; di ciò ſe ne farà la pruova in queſta maniera. *Fig.* 42. *Tav. II.*

Prendaſi il barometro AB di qualſivoglia grandezza, per eſempio, di 38. poll., e facciaſi un ſegno nel punto Z, un pollice ſopra l' apertura B, affinchè eſſendo tuffata queſta eſtremità nel mercurio del vaſetto CDE fino a queſto ſegno, rimanga il barometro 37. pollici ſopra il mercurio. Si empia il cannello di mercurio, e vi ſi laſci 9. poll. d' aria, affinchè quando il cilindro ſarà rivolto, come ſi vede nella figura, e ſoſtenuto con un dito, reſtino in cima di eſſo 9. poll. d' aria; allora ſe tuffiſi il dito con l' eſtremità del barometro nel mercurio del vaſo, e leviſi dipoi il dito, il mercurio ſcenderà, e dopo alquante oſcillazioni ſi fermerà a 21. poll.; come dee ſuccedere perchè conſerviſi la proporzione de' peſi, e delle condenſazioni ſpiegate quì ſopra; lo che ſi dimoſtra come ſegue.

DIMOSTRAZIONE.

Sia il cannello AB, 38. pollici; ZB un pollice; l' aria AH rinchiuſa ſopra il mercurio HB, ſoſtenuto dal dito in B, ſia di qualſivoglia eſtenſione: dico primieramente, che ſe leviſi il dito, il mercurio ſcenderà; perchè eſſendo l' aria AH condenſata egualmente, che l' aria del luogo, ove ſi fa l' eſperienza, ella dee per la ſua elaſticità far equilibrio con tutto il peſo dell' atmosfera, come abbiamo provato; ed aggiungendoviſi il peſo del mercurio ZH, queſte due potenze unite, ſupereranno il peſo dell' atmosfera, e dovrà neceſſariamente dilatarſi l' aria AH, e ſcendere una parte del mercurio; ma non diſcenderà interamente: perchè ſe eſſo ſcendeſſe, l' aria AH ſi dilaterebbe molto, ed in queſto ſtato non potrebbe più far equilibrio col peſo dell' atmosfera: d' onde ne ſegue, che una parte del mercurio dee rimaner nel cilindro. Dico ancora, che ſe AH è 9. poll., l' aria vi ſi dilaterà, e riſpingerà il mercurio in maniera, che ſi fermerà eſſo 16. poll. ſopra la ſuperficie ſuperiore del mercurio FZC. Sia queſt' altezza ZL: allora ſuccederà l' equilibrio fra il peſo di tutta la colonna d' aria dell' atmo-

atmosfera, e la forza elastica dell' aria dilatata A L, unita al peso di 16. poll. di mercurio Z L; e perchè il complemento di 16. a 28. è 12., l' aria dilatata A L farà equilibrio con la sua elasticità al peso di 12. poll. di mercurio, che mancano per il peso dell' atmosfera a i 16. pollici: ma come 28. a 12., così A L di 21. poll. sta a 9., sicchè il mercurio dee fermarsi all' altezza di 16. poll. sopra il segno Z, allorchè si lasciano nel cilindro 9. poll. d' aria sopra il mercurio, essendochè l' aria si condensa in proporzione de' pesi da' quali ell' è caricata. Che se in un altra esperienza si ponesse il mercurio a 21. poll. si potrà giudicare secondo la stessa Regola, che, facendo equilibrio questi 21. poll. di mercurio con i $\frac{3}{4}$ del peso dell' aria, il quarto rimanente dell' aria, che dee esser 7. poll., sarà sostenuto dalla forza elastica dell' aria rarefatta, rinchiusa nel cannello, secondo la distinzione dell' equilibrio delle forze elastiche: ma 28. poll. di mercurio, che sono l' intiero peso dell' atmosfera, stanno a 7. poll., come 16. poll. d' aria dilatata stanno a 4. poll. d' aria; dunque bisognerà lasciare 4. pollici d' aria nel cilindro sopra il mercurio, affinchè questi si fermi a 21. poll., e l' aria si dilati fino a 16. pollici. Che se vogliasi ridurre il mercurio a 14. poll., che è la metà del peso dell' atmosfera, nel medesimo cannello sopra il segno Z, bisogna considerare, che vi resteranno 23. poll. fino ad A, e che l' aria dilatata di 23. poll. dee far equilibrio, in virtù della sua elasticità, con la metà rimanente del peso dell' atmosfera. Bisognerà dunque dire, come sta 28. a 14., supplemento di 14. a 28., così 23. d' aria dilatata, che riempie il cannello sopra i 14. pollici, sta a 11 $\frac{1}{2}$, lo che farà conoscere, che bisognerà lasciare poll. 11 $\frac{1}{2}$ d' aria sopra il mercurio nel cannello di 38. pollici; e si vedrà manifestamente, che l' elasticità dell' aria rinchiusa non facendo equilibrio allora, che con la metà del peso dell' atmosfera, equilibrandosi i 14. poll. di mercurio coll' altra metà, si sarà essa rarefatta in ragion doppia: e così per mezzo di tutte queste esperienze si potrà giudicare, usando della Regola spiegata di sopra, qual quantità d' aria bisognerà lasciare in un cannello grande o piccolo, affinchè il mercurio si fermi ad una determinata altezza; poichè quando il cilindro sarà solamente 6. poll. sopra il segno Z, si troveranno le stesse proporzioni, facendo il medesimo calcolo, come per esempio, se l' altezza data del mercurio è 2. poll., e siasi trovato, che, come sta 28. a 26., complemento di 2. a 28., così 4., spazio dell' aria dilatata sopra i due pollici di mercurio, stanno a 3 $\frac{5}{7}$; 3. poll. $\frac{5}{7}$ sarà la quantità d' aria, che bisognerà lasciar nel cilindro, affinchè il mercurio si fermi all' altezza di 2. poll. in un cilindro di 7. poll., immerso un poll. nel mercurio del vaso.

Che se la quantità dell' aria rinchiusa nel cannello fosse data, e

si volesse sapere a quale altezza si fermerebbe il mercurio dopo l' esperienza, potremo usare il calcolo algebraico, applicandovi le stesse regole, come ho insegnato nel Saggio di Logica, e nel Trattato della Natura dell' aria.

Simili equilibrj dell' elasticità dell' aria si troveranno ne' cannelli pieni d' acqua, e d' aria, supponendo, che il maggior peso dell' atmosfera è eguale al peso di 31. piede d' acqua, come si è trovato coll' esperienza, perchè essendo il barometro a 27. poll. e 8. linee, il barometro d' acqua era a 31. pied. e 1. poll.; ed essendo il primo a 28. poll., l' altro era a 31. piede, e 4. pollici: e s' ei fosse stato a 28. poll. e 7. linee, come talvolta succede, l' acqua sarebbe stata a 32. piedi. Se il cilindro è alto 40. piedi, e vogliasi ridur l' acqua a 16. piedi, bisognerà introdurre sopra l' acqua 12. piedi d' aria; perchè dilatandosi l' aria il doppio, ed occupando 24. piedi, farà essa equilibrio in virtù della sua elasticità con la metà del peso dell' atmosfera, ed i 16. piedi d' acqua, che restano, faranno equilibrio coll' altra metà. Si suppone, che essendo una porzione del cilindro immersa nell' acqua, ove si tuffa per far l' esperienza come quella del mercurio, ne restino fuori 40. piedi.

Da ciò si vede manifestamente, che se si tuffa nell' acqua molto profonda una boccia a rovescio, piena d' aria, con alcuni pesi al collo, capaci di farla andare a fondo; allorchè si farà scender questa a poco a poco, l' acqua vi entrerà, e salirà nel collo a poco a poco; e quando sarà quella scesa a 32. piedi di profondità, l' acqua, che vi sarà entrata, ridurrà l' aria alla metà dell' estensione, ch' ell' aveva nella boccia, avanti l' immersione, come io ho spiegato più a lungo nel Saggio della Natura dell' aria.

Si vede ancora l' errore di coloro, che credono, che in una tromba si possa far salir l' acqua fino a 32. piedi, attraendola con uno stantuffo, poichè per l' azione dello stantuffo, non si può alzar l' acqua, che ad un altezza determinata: ed in fatti sia per esempio il corpo, o canale d' una tromba uniforme, di 20. piedi, ed abbia sopra 20. piedi uno stantuffo dell' istessa larghezza, e che non possa alzarsi, e abbassarsi, che per lo spazio d' un piede; dico, che se nella parte inferiore della tromba siavi una animella, e si faccia agire lo stantuffo, l' acqua non s' alzerà neppure a 12. piedi. Poichè sia essa alzata a 11. piedi, s' egli è possibile, ovvero si versi l' acqua sopra l' animella fino all' altezza di 11. piedi, e si rimetta lo stantuffo; vi resteranno 9. piedi d' aria fino allo stantuffo: e quest' aria, che si rarefarà, alzandosi lo stantuffo 1. piede, non potrà esser rarefatta, se non in ragione di 9. a 10.; e perchè 21., che è il complemento di 11. piedi a 32., che è il peso dell' atmosfera, sta a 32., come 9. a $13\frac{5}{7}$, bisognerebbe, per sostener l' acqua

l' acqua a 11. piedi, che lo ſtantuffo s' elevaſſe a 4. piedi, e $\frac{4}{7}$, per far equilibrio fra il peſo dell' atmosfera, e l' elaſticità diminuita dell' aria rinchiuſa, unita al peſo di 11. piedi d' acqua, come abbiamo di ſopra ſpiegato. D' onde ne ſegue, che per l' elevazione dello ſtantuffo ad un piede ſolamente, l' animella non s' aprirà, e l' acqua non ſalirà più alto di 11. piedi.

Per aſſegnar le regole di queſt' elevazione d' acqua nelle trombe, ſi farà uſo del calcolo algebraico in queſta maniera: Si chiami A l' altezza, ove dee ſalir l' acqua nel canal della tromba per l' azione dello ſtantuffo, aſtraendo dal peſo dell' animella. Sia il canal della tromba alto 12. piedi ſopra la ſuperficie dell' acqua, che ſi vuole alzare, e ſuppoſto che vogliaſi alzare fino a queſti 12. piedi con un ſol colpo di ſtantuffo, ſi faccia queſt' analogia: come 20. complemento di 12. piedi a 32. ſta a 32., così 12. piedi d' aria ordinaria a un quarto proporzionale; queſto quarto proporzionale ſarà 19 $\frac{1}{5}$; lo che farà conoſcere, che biſognerebbe che il canale della tromba foſſe tanto grande da alzare lo ſtantuffo fino a 19. piedi $\frac{1}{5}$ ſopra i 12. piedi per far ſalir l' acqua fino a 12. piedi con un ſol colpo di ſtantuffo; ma ſe l' azione dello ſtantuffo foſſe limitata a 2. piedi, ſi dirà; come $32 - A$, ſta a 32, così $12 - A$, ſta a $14 - A$; il primo termine è il complemento dell' altezza incognita, ove s' alzerà l' acqua, ed il ſecondo termine ſi è 32. piedi d' acqua, cioè il peſo dell' atmosfera, il terzo termine ſono i 12. piedi meno queſt' altezza, ed il quarto ſono i 2. piedi, ove s' alza lo ſtantuffo, uniti a i 12. piedi, meno la medeſima altezza: ora il prodotto di $14 - A$ moltiplicato per $32 - A$, è $448 - 46 A + A A$, ed il prodotto de' due termini di mezzo è $384 - 32 A$, riducendo l' Equazione, ſarà $A A = 14 A - 64$, e perchè non ſi può cavare da 49, quadrato di 7, metà delle radici, il 64, queſto è un contraſſegno, che continuando a tirar colla tromba lo ſtantuffo, ſi farà ſalire in più volte l' acqua fino allo ſtantuffo; e per ſapere quanto ella ſalirà al primo colpo, biſogna ſupporre, che lo ſtantuffo ſia alzato due piedi: vi ſarà dunque un tubo uniforme di 14. piedi. E ſecondo ciò che è ſtato detto nel Saggio di Logica, e nel Trattato della Natura dell' aria, ſi farà queſto calcolo. L' aria rinchiuſa era 12. piedi; 12. piedi $+ A$ ſta ad A, come 32. ſta a $2 - A$; ridotta l' equazione, ſi troverà che $AA = 24 - 42 A$; e finalmente che il valore della radice ſarà un po' meno di $\frac{4}{7}$, che tolti da 2., reſterà 1 $\frac{3}{7}$ poco più; ed in conſeguenza l' acqua non ſalirà al primo colpo dello ſtantuffo, che un poco più di piedi 1 $\frac{3}{7}$.

Se aveſſimo ſuppoſta d' un piede l' azione dello ſtantuffo, per l' isteſſo calcolo ſi ſaprebbe fin dove s' alzerebbe l' acqua al primo colpo

dello ſtantuffo; e ſe vuol ſaperſi fin dove ella può alzarſi dopo più colpi, biſogna dire, come 32 — A ſta a 32., così 12 — A ſta a 13 — A; riducendo l' equazione, ſi troverà 13 A — 32., eguale ad A A: il quadrato di $6\frac{1}{2}$ metà delle radici è $42\frac{1}{4}$, da cui levando 32., reſta $10\frac{1}{4}$, la di cui radice è un poco meno di $3\frac{5}{24}$; leviſi queſta da $6\frac{1}{2}$, reſta $3\frac{7}{24}$; aggiungaſi a $6\frac{1}{2}$, ſarà $9\frac{17}{24}$, e queſti numeri $3\frac{7}{24}$, e $\frac{17}{24}$ ſaranno le due radici; lo che farà vedere, che l' acqua non può mai ſalire, quando il tubo è vuoto, ſe non a 3. piedi, e $\frac{7}{24}$ poco più, quantunque ſi faccia agire lo ſtantuffo quanto ſi vuole: ma ſe ſi aveſſe ripieno il tubo fino a 9. piedi, e $\frac{17}{24}$, ſi potrebbe far ſalire l'acqua fino a 12. piedi per mezzo di reiterati colpi dello ſtantuffo.

Supponghiamo frattanto, che il tubo fino allo ſtantuffo ſia 14. piedi, e lo ſtantuffo ſi muova 2. piedi; 32 — A ſtarà a 32., come 14 — A a 16 — A. Per trovar facilmente l' equazione, biſogna moltiplicare 32. per 2., differenza di 14. e 16.: il prodotto è 64. per il numero aſſoluto, e 16 A ſarà il numero delle radici, ed A A ſarà eguale a 16 A — 64.; il quadrato della metà delle radici è 64., da cui levando 64. reſta zero, la di cui radice è zero, che ſottratta, ed aggiunta a 8. fa ſempre 8., lo che ſignifica, che non vi è che una ſola radice, e che l' acqua non può ſalire che ad 8. piedi; ma che per poco che ſi faccia agire lo ſtantuffo più alto di due piedi, l' acqua ſalirà fino a 14. piedi. L' analogia è facile, perchè eſſendo ſalito lo ſtantuffo a due piedi, il tubo ſarà 16. piedi, ed eſſendo l' acqua a 8. piedi, vi reſteranno 6. piedi d' aria; ma 32. ſta a 24, complemento di 8. piedi a 32, come 8. piedi d' aria dilatata, a 6. piedi d' aria comune: l' acqua dunque non s' alzerà più di 8. piedi, ſe lo ſtantuffo non ſi ſolleva più di 2. piedi.

Da queſto ſi vede che per far ſalir l' acqua per aſpirazione ad un altezza conſiderabile, come per eſempio, di 20. piedi, biſogna diminuir la larghezza del tubo della tromba, e fare, che lo ſtantuffo poſſa alzarſi, e abbaſſarſi d' una ſufficiente quantità: perchè, ſuppoſto che la ſuperficie dello ſtantuffo ſia 4. volte più larga della baſe del tubo, un piede d' elevazione dello ſtantuffo, equivarrà a quattro piedi d' uno ſtantuffo, che non foſſe più largo del tubo: ſe dunque l' azione di eſſo è di piedi $1\frac{1}{2}$, ſarà lo ſteſſo come ſe, eſſendo dell' iſteſſa larghezza del tubo, ſi alzaſſe 6. piedi. Ora, eſſendo i quattro termini dell' equazione, 32 — A, 32., 20 — A, 26 — A; vi ſarà ſei volte 32., cioè 192. per un termine dell' equazione, e l' altro 26 A, ſecondo quel che ſi è detto; ſarà dunque A A eguale a 26 A, meno 192.; il quadrato della metà delle radici è 169., minore di 192. e perciò facendo agir lungo tempo lo ſtantuffo, ſi farà ſalir l' acqua fino a 20. piedi.

Se nell' eſempio ſuperiore ſi prendono gli 8. piedi per il più alto

to termine dell' acqua, quando il tubo è 14. piedi, e l' azione dello ſtantuffo di 2. piedi, è facile il provare, che ſe ſi ſuppongano ſopra l' animella 9. piedi d' acqua, queſta finirà di ſalire per l' azione dello ſtantuffo a' 2. piedi; perchè vi reſteranno 5. piedi d' aria. Ora è minore la ragione di 5. a 7., che di 27., complemento di 5. fino in 32., a 32.; e perciò l' acqua ſalirà più alto di 9. piedi. La proporzione ſarà ſempre più diſeguale, prendendo 10. ò 11. piedi, e ſe ſi prendono 7. piedi in vece di 8., l' acqua ſalirà anco in queſto caſo, perchè vi reſteranno 7. piedi d' aria; ora, 25. complemento di 7. a 32. ſta a 32., come 7. a $8\frac{24}{25}$; Dunque ſe lo ſtantuffo va fino a 2. piedi, farà ſalir l' acqua più alto di 7. piedi. Eſſa ſalirà ancor più facilmente, ſe non vi ſe ne verſi che fino a 6. piedi: perchè vi ſaranno 8. piedi d' aria: ora, 26. complemento, ſta a 32., come 8. a $9\frac{22}{26}$; Dunque ſe in vece di $9\frac{22}{26}$, che fa l' equilibrio, lo ſtantuffo va fino a 10. piedi, egli farà ſalir l' acqua anco più facilmente, che quand' ell' era a 7. piedi, e più facilmente ancora, quando ella ſarà a 5. piedi. Se ſi voleſſe ſapere quale azione dello ſtantuffo ſarebbe neceſſaria per far ſalir l' acqua a 30. piedi, biſogna prendere un numero un poco maggiore della metà di 30. come il 16. ove ſarà la maggior difficoltà di alzar l' acqua: il complemento è 16.; il reſto dell' acqua è 14.; come 16. a 32., così 14. a 28: biſognerà dunque che lo ſtantuffo s' alzi 14. piedi, ovvero, ſe il tubo ha due pollici di diametro, il diametro dello ſtantuffo ſia poll. $7\frac{1}{2}$; perchè il quadrato di $7\frac{1}{2}$ è $56\frac{1}{4}$, che è un poco più di 14 volte 4., quadrato di 2. pollici, ed allora baſterà, che l' azione dello ſtantuffo ſia un piede: ma ſiccome l' elevazione è più difficile a 18. piedi, biſogneranno 8. poll. di diametro allo ſtantuffo, affinchè eſſendo la di lui azione di un piede, egli alzi l' acqua più alto di 18. piedi. Si ſpiega facilmente per la ſteſſa forza d' elaſticità dell' aria la ſeguente eſperienza, che è molto curioſa.

Prendaſi un tubo AG (*Fig. 43. Tav. II.*) chiuſo in fondo, largo 12. ò 15. linee in circa, ma un poco più ſtretto in A, affinchè poſſa chiuderſi eſattamente con un dito; empiaſi d' acqua, e vi ſi metta una figurina di vetro, o di rame, vuota di dentro, e con un foro in D, tanto grande, quanto ſervirebbe perchè vi paſſaſſe uno ſpillo, affinchè l' aria, e l' acqua poſſano entrarvi, e la ſua gravità ſpecifica in paragon dell' acqua ſia sì ben proporzionata, che ſe vi ſi aggiunga un poco di peſo, ella vada al fondo, e ſe le ſi tolga ella vi nuoti dentro come la cera. Applichiſi il dito ſull' apertura A, e ſi pigi quanto ſi può; la figurina ſcenderà in B, o più baſſo, e fino in fondo; s' alzi il dito, ella riſalirà, e ſe dopo che ella è ſalita in E, o in C ſi ponga di nuovo il dito, ella comincerà a ſcender nuovamente. La cauſa di queſti ef-

effetti si è, che quando si preme l' acqua col dito, si preme anco l' aria, che è dentro la figurina, onde questa si condensa, benchè non si condensi l' acqua, e per conseguenza si fa entrare un po' d' acqua nella figura per il foro D, lo che rende la sua gravità specifica maggiore di quella dell' acqua, e così ella discende: ma allorchè levasi il dito, l' aria rinchiusa rispinge l' acqua per l' istesso foro in virtù della sua elasticità, che ritorna a operare liberamente; e riprendendo la sua dilatazione, la figura con l' acqua, e l' aria chiusa, riprende la sua primiera disposizione, e risale. Che se levasi il dito con prestezza, una piccola porzione d' aria escirà in un subito con l' acqua dal foro, e l' una, e l' altra col loro urto contro l' acqua del tubo, farà girare la figura. Accade talora, che egli esce troppa aria dalla figura, e che, essendo questa in fondo, non può risalire, benchè siasi levato il dito, allora bisogna cacciar il dito molto dentro il tubo, e poi ritirarlo in maniera, che egli riempia il canale esattamente; affinchè in luogo di esso dito non v' entri aria esteriore; e succederà, che essendo allora l' aria della figura meno pigiata, si dilaterà molto più dell' ordinaria, e farà escir dalla figura molta più acqua; lo che la renderà più leggiera, e la farà salire in alto, purchè si tenga sempre il dito nel tubo senza mai levarlo affatto: qualche volta il peso della figura, e dell' aria, che vi è rinchiusa, è tanto ben proporzionato alla gravità specifica dell' acqua, che mettendo il dito in A, la figura scende fino in F, e levando il dito, ella risale; ma se si faccia scendere fino in B, e si levi il dito, ella finisce di scendere; lo che procede, perchè il peso dell' acqua A C non preme abbastanza l' aria della figurina per farvi entrare acqua sufficiente per renderla d' una gravità specifica eguale a quella dell' acqua, laddove il peso dell' acqua A B preme l' aria bastantemente per questo effetto; lo che la fa scendere fino al fondo, ove il peso dell' aria essendo ancor maggiore, fa condensar l' aria della figurina più di prima, e vi fa entrare un po' più acqua: d' onde ne segue, che si stenta più a farla risalire. Da ciò si vede l' errore di coloro, che credono che l' acqua, e l' aria non pesino sopra i corpi sottoposti, e così giudicano, perchè noi non sentiamo il peso dell' aria. Ma bisogna considerare, che il nostro corpo è disposto naturalmente per soffrire la pressione dell' aria tal quale ell' è d' intorno a noi; e questa si è la cagione per cui non ne risentiamo alcun incomodo. Ma se noi fossimo trasportati in un aria il doppio più rarefatta, la materia aerea, che sarebbe nel nostro sangue, e nell' altre parti del nostro corpo, che son caldissime, ritornerebbe a mescolarsi nell' aria, e farebbe de' ribollimenti, che incomoderebbero molto il nostro corpo, e noi ne resteremmo molto incomodati. Vedesene l' esperienza, allorchè si chiude un uccello nella macchina del Vuo-

Vuoto; poichè quando si è ridotta l' aria ad una dilatazione doppia, o tripla di quella, che è vicina alla terra, l' uccello muore in breve tempo, perchè non essendo il suo sangue caldo premuto più dalla elasticità ordinaria dell' aria, getta fuori una quantità di bolle, come appunto l'acqua calda, che vi si chiuda nello stesso tempo: che se al contrario si fosse in mezzo ad un aria doppiamente condensata, si soffrirebbe molto, quantunque a pena se ne risentisse la sua pressione; perchè se da una parte ella premesse il petto per impedir la respirazione, dall' altra parte l' aria che vi entrerebbe per la respirazione, avendo una simil forza di elasticità, impedirebbe l' azione dell' aria esterna: d' onde ne segue, che coloro, che vanno 7. ò 8. piedi sotto l' acqua, non ne devono risentire alcun peso sensibile, premendoli essa egualmente da tutte le parti, ed essendo il peso dell' atmosfera eguale a 32. piedi d' acqua, questi 8. piedi aggiunti non ne aumentano la pressione, che di $\frac{1}{4}$ in circa, che non può esser molto sensibile. Alcuni oppongono a queste ragioni, e contro questi effetti dell' elasticità dell' aria, che servendosi d' un tubo aperto da ambe le parti, per far l' esperienze dell' aria chiusa sopra il mercurio, se alcuno chiude col dito l' apertura superiore del tubo, per impedir la comunicazione dell' aria esterna colla rinchiusa, succede, che, allorchè si fa l' esperienza, pare a colui che ne chiude l' apertura, che il suo dito sia quasi succiato, e attratto dal mercurio che scende, e ne risente anco un dolore quasi d' un pizzicotto; d' onde concludono essi, che l' aria dilatata nel tubo non fa forza per sostenere una parte dell' aria dell' atmosfera, perchè ella s' appoggerebbe contro questo dito, e lo rispingerebbe piuttosto, che tirarlo a se. Per sodisfare a questa difficoltà, bisogna considerare, che quando si chiudono de' corpi, come una frutta grinzosa nella macchina del Vuoto, e che si è estratta una gran parte dell' aria, che vi era dentro, questi corpi gonfiano, e si dilatano; e che se vi si fosse chiusa la metà d' un dito per mezzo d' una vescica tagliata da ambe le parti, o per qualche altro mezzo, questa parte del dito gonfierebbe moltissimo, e si sentirebbe un gran dolore; d' onde ne segue, che la parte del dito, che chiude l' apertura superiore del tubo del barometro, essendo contigua all' aria molto dilatata, ed essendo il resto premuto da tutto il peso dell' atmosfera, questa piccola parte deve enfiare, e fare una gran convessità verso il di dentro del tubo, lo che non può farsi senza dolore; e più l' aria sarà rarefatta nel tubo, più quest' enfiagione, e questo dolore sarà sensibile, ed il debole rispingimento di quest' aria rarefatta non basterà per impedire l' enfiagione della cima del dito, poichè il resto, che è nell' aria libera sarà molto più premuto.

Si può anco opporre, che quando vi sono sospesi nel tubo 28. pol-

lici

lici di mercurio, se si solleva il tubo senza tirarlo fuori del mercurio, il vaso risente un peso eguale a quello del mercurio rinchiuso, ciò che non dovrebbe succedere, se egli s'equilibrasse col peso dell' atmosfera. Si risponde a questa difficoltà con dire, che l' aria superiore al tubo non ha allora altra aria che l' equilibri; perchè quella che dovrebbe sostenerla sotto il tubo, sostiene il mercurio che vi è: dunque si dee sostenere tutto il peso dell' aria superiore, che pesa 28. pollici di mercurio; e se il tubo non fosse più di 14. pollici, ed il mercurio vi stesse sollevato fino in cima, allora non si risentirebbe se non il peso di 14. pollici di mercurio, perchè l' aria, che s' appoggia sul mercurio del vasetto, sosterrebbe questi 14. poll., e farebbe anche una forza di 14. pollici contro la cima del tubo internamente: così egli farebbe equilibrio con la metà del peso superiore dell' aria, e la mano sosterrebbe il rimanente.

Anco la fiamma può fare equilibrio con la sua forza d' elasticità con gli altri corpi; ma siccome non v' è che la fiamma della polvere da schioppo, che possa esser compressa senza estinguersi, e questa dura pochissimo tempo, così egli è difficile fare esperienze del suo equilibrio; e la forza della sua elasticità è sì grande, che non si è potuto trovare ancora un peso tanto grande, cui ella non possa sorpassare, rovesciando essa i Bastioni intieri, e le Montagne.

Per intender come si fa da essa una forza così grande, si può supporre, che una certa quantità di polvere riempia un tubo molto largo posto a piombo, e che un gran peso, la cui larghezza occupi, e riempia precisamente quella del tubo, premendo la fiamma di questa polvere, la faccia rinserrare in se stessa fin a tanto, che ridotta in un piccolo spazio, s' equilibri questo peso con l' elasticità della fiamma, senza che questa si spenga; lo che può concepirsi succedere nello spazio d' un secondo, ed in questo stato la forza elastica della fiamma farebbe equilibrio col peso, in maniera, che se il peso s' accrescesse, questa stessa fiamma si ridurrebbe ad un minore spazio, posto ch' ella non si spegnesse; e la sua elasticità, che sarebbe allor più forte, farebbe anco equilibrio con questo maggior peso. Ora se si finga che in questo momento s' accenda qualche quantità di nuova polvere, l' elasticità della fiamma sarà accresciuta, e non potendo più il peso far equilibrio, sarà spinto in alto, ed essendo una volta in moto la continuazione dell' estensione dell' elasticità della fiamma, che si svilupperà, e si estenderà sempre più, accelererà sempre più il suo moto, e lo spingerà finalmente molto in aria.

Ciò supposto, egli è facile intendere, che se si pongono in una mina 10., ò 12. migliaia di polvere, e che, essendo accesa tutta questa pol-

polvere, possa essa occupare uno spazio di 200. piedi d' altezza, e 100. di larghezza, accaderà, che se n' accenderà sul principio una piccola quantità, che non basterà per sollevare tutto il Bastione: ma avendo questa fiamma la proprietà di non si spengere, essendo premuta, se ne accenderà 30. ò 40. volte più di quel che ne potrebbe contener la camera della mina, s' ella fosse scoperta; ed allora, se la sua elasticità è molto forte, comincerà essa ad alzar la terra che le sta sopra, la quale essendo una volta in moto, e continuando il resto della polvere a infiammarsi, e riempiendo lo spazio lasciato dalla terra nel cominciare a sollevarsi, sicchè la sua elasticità sia ancor più forte del peso della terra, che è già smossa; essa accelererà la sua velocità sempre più, e spingerà finalmente il Bastione in aria, e dalle parti, o almeno una porzione di esso, finchè tutta la fiamma abbia acquistata l' estensione, che prenderebbe naturalmente nell' aria libera.

Poca polvere fa effetti simili ne' cannoni; perchè ella s' accende successivamente, quantunque in poco tempo, senza urtar la palla, finchè l' elasticità della fiamma premuta, non superi la resistenza della palla; ed allorchè ella comincia a muoverla, il resto della polvere, che presto s' accende, aumenta la sua forza elastica, ed accelera la velocità della palla, fino a portarla per lo spazio di 7. ò 800. pertiche.

Da ciò si vede, che un cannone di 20. piedi dee portar la sua palla più lontano d' un altro di 10. piedi, perchè la polvere ha più tempo d' accendersi, e di accrescer la sua elasticità, mentre la palla percorre questi spazj.

Si vede ancora, che se una dramma di polvere accesa ha la forza di smuovere una palla, che non stia bene unita al cannone, essa non sarà spinta tanto lontano, quanto lo sarebbe s' ella fosse ben pigiata, e stoppata, o incalzata in altra maniera, che le impedisse esser messa in moto, finchè non fossero accese 2. ò 3. dramme di polvere: poichè in questo ultimo caso, il principio del suo moto sarebbe più veloce, e la sua accelerazione maggiore.

Per la stessa ragione, essendo la polvere molto fine, e facile ad essere infiammata, porterà la palla più lontano, che se ella fosse grossa, perchè di quella se n' accende più nel tempo che la palla resta nel cannone.

DI-

DISCORSO III.

Dell' Equilibrio de' Corpi fluidi, cagionato dalla Percossa.

La fiamma può far equilibrio con la sua percossa con i corpi pesanti; si può misurarne la forza, se facendola escire da un tubo molto largo, si dirige a percuotere l' ale d' una rota posta orizzontalmente, purchè quest' ale sieno situate tutte obliquamente per il medesimo verso, come quelle de' mulini a vento. In molti luoghi si fa uso della fiamma, che sale ne' cammini, per far girare delle piccole macchine vicino al fuoco; quanto è maggiore il fuoco, più è veloce il moto della fiamma: ma questo moto non può aumentarsi molto coll' arte, e la sua percossa non ha molta forza; un razzo s' alza per la percossa della fiamma contro l' aria, ma s' egli pesa troppo, non può alzarsi, così si può misurare il suo equilibrio. La fiamma del fulmine, che è velocissima, fa una grandissima forza, atterrando essa torri, e massi. La velocità della fiamma aumenta ancora la forza di bruciare, come s' osserva negl' incendj, quando il vento è gagliardo. Se ne vedono ancora effetti molto sensibili, quando gli smaltatori soffiano il fuoco delle lor lucerne contro il vetro, o contro i metalli per fonderli: ma non potendosi maneggiar facilmente la fiamma per mantenerla nella medesima velocità, o in una stessa larghezza, e costando troppo il mantenerla, se ne fa uso rare volte nelle macchine; per questo non è necessario esaminar quì la forza di essa, nè paragonarla con quella degli altri corpi fluidi.

L' aria, e l' acqua s' impiegano nelle macchine per farle muovere per mezzo della percossa. Si può conoscere l' equilibrio, che fanno tra loro, e con gli altri corpi solidi, che esse percuotono, con le seguenti Regole.

REGOLA I.

I getti d' acqua non urtano con lo sforzo di tutte le lor parti, come i corpi solidi. Fig. 44. Tav. II.

SPIEGAZIONE.

A B è un getto d' acqua, che esce dal cilindro C D; ed E F un cilindro di legno; è chiaro, che le parti che compongono E F, essende collegate, ed unite insieme, fanno esse tutte insieme forza nel percuotere un corpo con l' estremità F; ma un getto d' acqua, come A B, che ha la direzione A *d* B, non può agire, che colle prime sue parti: per-

perchè essendo fluida l'acqua, e composta d'infiniti piccoli corpicciuoli, che sdrucciolano gli uni su gli altri, come sarebbero i granelli piccolissimi di sabbia; i primi solamente in B posson fare la prima forza su' corpi, che incontrano, ed essi si riflettono, o si deviano prima che gli altri, che sono in *d*, abbiano anch' essi urtato il corpo opposto. Per ben intender ciò, bisogna considerare, che la velocità, che ha l'acqua, all'escir d'un piccol foro fatto in fondo d'un tubo molto largo, è molto differente dalla velocità di quella, che esce da un tubo di larghezza eguale per tutto; tanto che in quest' ultimo caso ella comincia a escire con pochissima velocità, ed uguale a quella d'un cilindro di diaccio, che si lasciasse cadere: poichè, sia un tubo largo uniformemente A B (*Fig. 45. Tav. II.*) pieno d'acqua, sostenuta in B con un dito; egli è chiaro, che la medesima velocità, che prende l'acqua B all'escire, è eguale a quella, che è in A, e che tutto il cilindro d'acqua cade tutto d'un pezzo, come se e' fosse solido; e per conseguenza segue esso le stesse regole riguardo alla velocità della caduta, che un cilindro di diaccio dell'istesso volume; cioè, cominciando da una piccolissima velocità, questa crescerebbe scendendo secondo i numeri impari 1. 3. 5. 7. ec.; cioè a dire, che se in un quarto di secondo ella scendesse 1. piede, nel quarto seguente ella scenderebbe 3. piedi, nel terzo 5. piedi ec. D'onde ne segue, che l'acqua, che fosse in A, essendo giunta in B, escirà molto più presto di quella, che esce la prima. Galileo ha parlato molto dell'accelerazione della velocità de' corpi cadenti nell'aria libera; ecco come io la concepisco. Se siavi un corpo leggerissimo, che percuota un corpo 100. volte più pesante, esso gli comunicherà la centesima parte della sua velocità, ed urtandolo un altra volta, gliene comunicherà ancora un altra centesima, di maniera che, se il corpo che urta, aveva gr. 101. di velocità, il corpo percosso ne prenderà gr. 1. al primo urto, e la sua quantità di moto sarà 100. ed essendo percosso un altra volta con l'istessa velocità di gr. 101. dal corpo leggiero, riceverà un nuovo grado di velocità, che unito al primo sarà 2. gradi: il terzo urto gli aggiungerà un altro grado, e così di mano in mano, come si è provato nel Trattato della percossa de' corpi. L'istesso succederà, se qualche debole potenza tira a se un corpo pesantissimo, tirandolo in più volte. Ora, sia un corpo tirato, o spinto da una materia fluida leggerissima, dee succedere, che se nel primo momento del suo sforzo, trascorre esso una linea con una velocità uniforme, al secondo urto, e nel secondo momento, ne trascorrerà 2., ed al terzo 3. ec.

Ora, se si prendano più numeri per ordine, cominciando dall'unità, come 1, 2, 3, 4 ec. fino a 20., e si contino 20. momenti, la somma

ma di questa progressione sarà 210.; e se si contino 40. momenti, secondo la stessa progressione fino a 40., la somma di questi ultimi numeri sarà 820. che è quasi quadrupla di 210., somma de' 20. primi numeri: ma continuata detta progressione all' infinito, la sua somma sarà quadrupla della prima precisamente, perchè la proporzione del difetto diminuisce sempre; come ha concluso anche Galileo nel suo Trattato dell' accelerazione del moto de' corpi cadenti. Che se il moto si fa attraverso un corpo fluido molto pesante, l' accelerazione cesserà ben presto, e il corpo cadente si ridurrà ad una velocità uniforme; come pure, se egli è un corpo molto leggero, che cada per l' aria libera, come è stato provato nel Trattato della Percossa.

Si può giudicare ancora del lentore nell' escire delle prime gocciole d' acqua, quando i canali sono uniformemente larghi, colla seguente esperienza. Prendasi un tubo recurvo di 2. ò 3. piedi di altezza, come CDG (*Fig.* 46. *Tav. II.*) largo egualmente per tutto; vi si versi dell' acqua dalla parte C, finchè ella non esca da G; chiudasi l' apertura in G, e si finisca d' empire il tubo fino in C; mettasi dipoi un altro dito su questa apertura, ed aprasi l' altra in G; l' acqua non escirà, se il tubo non ha più di 3. ò 4. linee di larghezza; levisi il dito, che chiude l' apertura in C, e rimettasi prestissimo; l' acqua non spillerà da G più alto di 4. ò 5. linee, laddove se il tubo CD è molto più largo dell' apertura G, per esempio s' egli è largo 9. linee, e l' estremità 2. ò 3. linee, ed aprasi, e chiudasi colla medesima prontezza la piccola apertura in G, le gocciole d' acqua, che esciranno da G, s' alzeranno quasi fino all' altezza C. Si conoscerà ancora l' istesso lentore dell' acqua nel suo primo uscir dal tubo, come AB nella *Fig.* 51. 52. *Tav. III.*, e l' accelerazione di essa, se empiasi d' acqua questo tubo, e se sostenendola con un dito, sostengasi ancora con un altro dito della stessa mano una pietruzza: poichè levando in un tratto la mano, vedrassi scender la pietra, e l' acqua inferiore con la medesima velocità fino a 12. ò 15. piedi.

Per pruova di questa regola si fa ancora un esperienza molto curiosa, nella maniera, che segue. *Fig.* 49. *Tav. II.*

Prendasi un tubo lungo MN, alto 8. ò 10. piedi, liscio, ed eguale al di dentro quanto più si può, pieno d' acqua, la quale si sosterrà con un dito, e si lascerà poi escire in un tratto, vicino al punto R, sull' estremità del regolo QR, il quale servendo di bilancia dee essere orizzontale, ed appoggiato dall' altra parte sul sostegno OV, ed il punto R dee esser lontano dalla base del tubo, d' onde esce l' acqua, solamente 5. ò 6. linee, cioè una linea più della grossezza del dito, che sostien l' acqua; allora se all' altra estremità R siavi un peso Q, $\frac{1}{4}$ ò $\frac{1}{5}$ mi-

no-

nore del peso di tutta l' acqua del tubo, questo peso Q non s' alzerà subito che comincerà a cader l' acqua, benchè sembri che tutta l' acqua graviti sopra R, ma allora solamente, quando il tubo sarà quasi vuoto; lo che fa vedere, che le prime parti dell' acqua solamente fanno l' impressione, e che allorquando esse escono lentissimamente, come appunto fanno sul principio del lor cadere, non possono alzare, che un peso molto minore del peso di tutto il cilindro: ma quando poi hanno acquistato una gran velocità cadendo dall' altezza M, quelle che restano, alzano col loro grand' urto ciò, che le prime non potevano alzare con un urto piccolo al principio del lor cadere. Che se si alzi l' istesso tubo 2. ò 3. piedi sopra R, e vi si lasci in fondo l' acqua all' altezza solamente d' un pollice, se il tubo sia largo 7. ò 8. linee, questa farà una impressione minore, nel cader sopra R, per alzare un peso in Q, che una palla di cera, o di legno, che pesi meno della metà, e cada dall' istessa altezza; lo che fa vedere, che la palla fa impressione con tutte le sue parti, e l' acqua dell' altezza d' un pollice, solamente con le parti più vicine alla sua prima superficie, che percuote la bilancia, le quali sono anco un poco aiutate dalle più lontane, che cadono per fianco. Poichè, quantunque l' acqua urtando non agisca con tutte le sue parti, e benchè sia difficile determinare fino a quale altezza dell' acqua si devon dette parti prendere, egli è però verisimile, che le prime che cadono, agiscano più, e quelle che sono un po' più alte fino a 2. ò 3. linee, un poco meno, ed anco fino a 5. ò 6. linee, come appunto succederebbe a 5. ò 6. granelli di sabbia contigui A E F D B (*Fig.* 47. *Tav. II.*) che cadessero sul regolo G H da una certa altezza, non essendo tutti nella medesima linea perpendicolare, de' quali i due D B contribuirebbero un poco all' urto del primo, quantunque no 'l facessero con tutto il lor peso, e con tutta la lor velocità, non essendo nella medesima linea di direzione, ed i più alti A E F vi contribuirebbero anco un altro poco, e farebbero sì, che il regolo sarebbe percosso più gagliardamente, che se vi fossero solamente i granelli B, e D.

Essendo pertanto composta l' acqua di piccoli corpicciuoli contigui, molto più piccoli de' piccolissimi granelli di sabbia, e che ruzzolano, e sdrucciolano facilissimamente gli uni sopra gli altri, un piccolo cilindro d' acqua, come G H, percuoterà un po' più forte d' un minore, come L H, perchè vi sarà maggior numero di piccoli corpicciuoli posti direttamente gli uni sopra gli altri nell' altezza G H, che nella minore L H.

R E G O L A II.

L' acqua, che esce di sotto una conserva da qualche apertura rotonda, fa equilibrio col suo urto con un peso eguale al peso d' un cilindro

 d' acqua,

d' acqua, che ha per base quest' apertura, e per altezza quella che è dal centro dell' apertura fino all' altezza della superficie superiore dell' acqua. Fig. 48. Tav. II.

Si dimostra questa proposizione, e nello stesso tempo la forza della percossa dell' aria, in questa maniera: ABCD è un cilindro vuoto, di cui le due basi AD, BC son di legno, ed il resto di cuoio, sostenuto, e steso da più cerchi di legno, o di fil di ferro FE, HI, LM, di maniera che si possa farne abbassar la base AD molto vicino alla base BC, che si suppone immobile; N è un apertura fatta nella base BC, d' onde può escir l' aria chiusa nel cilindro; questi è caricato d' un peso P posto sulla superficie AD, e sotto questo cilindro si accomoda una bilancia come quella della *Fig.* 49. *Tav. II.*, in maniera, che essendo il regolo QR posto orizzontalmente, il punto R, che è vicino alla sua estremità, sia molto vicino all' apertura N, e direttamente sotto il suo centro: ciò fatto, dico, che se pongasi un peso Q sull' altra estremità della bilancia, il di cui asse si suppone mobilissimo su' punti C, e D, e l' aria, cui fa escir con violenza dal foro il peso P nello scendere, faccia equilibrio col peso Q, supposto egualmente distante dall' asse CD, questo peso starà al peso P nella ragione medesima, che la superficie dell' apertura N, sta all' intera superficie della base BC: poichè, se con un soffietto il di cui cannello sia largo quanto l' apertura N, si spinga l' aria contro questa apertura, con una forza eguale a quella dell' aria, cui fa escire il peso P; s' equilibreranno queste due forze, ed il peso P non scenderà, perchè dall' apertura non escirà aria; ed allora l' aria spinta dal soffietto, riempiendo quest' apertura, sosterrà la sua parte del peso P, come l' altre parti della base BC sostengono il resto di questo peso, e la parte sostenuta dall' aria spinta, starà all' intero peso P nella proporzione dell' apertura N all' intera larghezza della base BC; dunque reciprocamente, l' aria che esce da quest' apertura, dopo levato il soffietto, farà equilibrio, per mezzo del suo urto, con un peso, che starà al peso P, come l' apertura N sta alla base BC. Che se chiudasi l' apertura N, ed un altra se n' apra della stessa larghezza vicinissima alla base AD, nel punto K, l' aria escirà con la stessa velocità, come dall' apertura N, se la base AD è caricata dallo stesso peso P, e per mezzo del suo urto, farà equilibrio con un medesimo peso.

Che se il cilindro è caricato successivamente di diversi pesi per far discendere più o meno presto la superficie AD, l' aria, che escirà dall' apertura N, farà equilibrio col suo urto, con pesi che staranno fra loro nella medesima ragione de' pesi, che caricano successivamente la base AD: La ragione si è, che la proporzione fra il gran peso P, ed

il

il piccolo, che fa equilibrio, è sempre la medesima che quella della base BC, all' apertura N; d' onde ne segue, che i piccoli pesi staranno fra loro nella stessa proporzione de' pesi grandi, che si metteranno successivamente sulla superficie AD. Che se empiasi d' acqua lo stesso cilindro, il getto che si farà dall' apertura K per lo sforzo del peso P, farà l' effetto medesimo, che faceva l' aria; cioè col suo urto egli farà equilibrio con un peso, che starà al peso P, come l' apertura K a tutta la base BC; perchè allora il peso dell' acqua rinchiusa non contribuirà punto, almeno sensibilmente, alla forza del getto, poichè ell' è quasi tutta al di sotto; e se un getto d' acqua dell' istessa larghezza, e dell' istessa velocità urtasse direttamente in K, quello, che esce da quest' apertura, lo fermerebbe, e farebbe equilibrio con esso, e sosterrebbe una parte del peso P, secondo la proporzione dell' apertura K alla superficie BC; d' onde ne segue un paradosso molto sorprendente, cioè, che l' aria, e l' acqua, che escono successivamente dalla stessa apertura K, qualunque siasi il peso, che si mette sulla base AD, alzano gli stessi pesi colla lor percossa, quantunque l' acqua sia d' una materia molto più densa, e più pesante di quella dell' aria: ma in ricompensa succede però, che l' aria esce molto più presto dell' acqua, perchè si è veduto in molte esperienze, che quando il cilindro è pieno d' aria, si vuota in un tempo quasi 24. volte minore, che quando egli è pieno d' acqua.

Per esempio, se l' aria si vuota in 2. secondi, l' acqua si vuoterà in 48., d' onde si può concludere, che affinchè un getto d' aria faccia l' istesso effetto col suo urto, che un getto d' acqua di egual larghezza, bisogna che la sua velocità sia quasi 24. volte maggiore di quella dell' acqua.

Ora l' istesso effetto dee succedere, se ABCD sia un vaso cilindrico pieno d' acqua, e aperto di sopra: perchè l' acqua che dee escire dall' apertura N, essendo fermata da un altro getto, che l' incontri direttamente nel punto N, questo getto sosterrà una parte dell' acqua di tutto il cilindro; cioè il cilindro che ha per base l' apertura N, ed il resto della base sosterrà il resto dell' acqua: dunque tolto questo getto, il getto, che escirà dall' apertura N, farà equilibrio col suo urto con un peso, che sarà eguale al peso di questo piccol cilindro, che ha per base il foro N, e l' altezza eguale ad AB, se il cilindro ABCD è tutto pieno.

REGOLA III.

I getti d' acqua eguali in larghezza, che escono da piccole aperture fatte nel fondo di più tubi pieni d' acqua a differenti altezze, fanno

 equi-

equilibrio con pesi, che sieno fra loro in ragione dell' altezze de' tubi. Fig. 45. Tav. II.

SPIEGAZIONE.

Sia un gran tubo A B, ed uno minore C D, che abbiano in E, F, aperture eguali; si è dimostrato di sopra, che escendo l'acqua dall' apertura E, farà equilibrio con un peso eguale al peso del cilindro d' acqua E G, e che il getto che esce da F, farà equilibrio con un peso eguale al peso del cilindro d' acqua F H: ora avendo questi piccoli cilindri le basi eguali per ipotesi, avranno i lor pesi in ragione dell' altezze: d' onde ne segue, che i pesi con i quali questi getti s' equilibreranno, saranno fra loro come le altezze A B, C D; perciò egli è chiaro, che la prima velocità d' un getto nell' escire dee esser tale, che la prima goccia d' acqua che esce, sia disposta a sollevarsi all' altezza della superficie superiore dell' acqua: poichè supposto che l' acqua fosse nel cilindro largo A B C D (*Fig. 50. Tav. II.*) in A D, e che vi fosse un cilindro di diaccio della larghezza dell' apertura F; che fosse sospeso dal punto G direttamente sull' apertura F, alla distanza d' una mezza linea in circa, e si lasciasse andar l' acqua in un tratto, ella farebbe col suo urto salir più alto il cilindro F G, poichè ella può far equilibrio con un cilindro della stessa larghezza, e dell' altezza F E: dunque se l' acqua s' alzasse solamente fino in G dal punto F, ella non potrebbe restare a questa elevazione; poichè la forza dell' acqua susseguente la spingerebbe più alto, se ella fosse solida come un cilindro di diaccio; d' onde si può giudicare, che la prima gocciola s' alzerebbe fino in A E senza la resistenza dell' aria, ed altri impedimenti: aggiungasi di più, che l' acqua che esce da F, alzandosi per equilibrarsi coll' acqua A D, la prima goccia, che si solleva, dee aver la forza di salire fino all' altezza dell' acqua superiore della conserva, se si astragga dalla resistenza dell' aria: come si è spiegato nel primo Discorso, ove si è fatto vedere, che elevandosi per equilibrarsi, ella sale anco più alto dell' acqua superiore, a motivo della velocità acquistata per il gran moto, che il getto prende per sollevarsi all' altezza dell' acqua superiore.

Avendo ripiena d' acqua la conserva A B C D all' altezza di 16. pollici sopra l' apertura F del getto, finchè essa passasse sopra gli orli quasi una linea; (perchè, come si è detto, ella non versa dall' orlo, finchè non è sopra a questo una linea e mezzo, o due, particolarmente se gli orli della conserva son unti col sego) si pose sopra essa un regolo O L orizzontalmente, che era per conseguenza quasi una linea più basso della superficie superiore dell' acqua; e si osservò, che lasciando spillar l' acqua un poco obliquamente dall' apertura F, e mantenendo

il

il vaso ABCD sempre pieno, una linea sopra la faccia inferiore del regolo, il vertice dello zampillo arrivava al regolo, lo che si conosceva da un poca d' acqua, che vi restava attaccata, che avrebbe avuta ancora forza bastante per alzarsi un poco più alto anco per $\frac{1}{4}$ di linea: ma quando l' acqua era a livello degli orli del vaso, nè gli passava, l' acqua non s' attaccava al regolo, perchè l' aria resisteva un poco alla forza del getto.

Che se il tubo era alto due piedi, il getto arrivava a poco meno di 2. linee sotto il regolo: ma allorchè era il vaso meno alto, per esempio, 7. ò 8. pollici, e l' aperture avevano 3. ò 4. linee di diametro, i getti s' alzavano sempre sensibilmente tant' alto, quanto la superficie dell' acqua, perchè la poca aria, per cui dovevano passare, non poteva diminuire sensibilmente la lor forza.

Ora, secondo la dottrina del Galileo, una goccia d' acqua, che s' è alzata 2. ò 3. piedi, allorchè ricadendo ell' è giunta allo stesso punto, d' ond' ella aveva cominciato a sollevarsi, ella dee riprendere nello stesso punto la medesima velocità, che l' aveva fatta alzare; d' onde ne segue, che si può prendere per una regola, o legge di Natura, che l' acqua che esce di sotto un vaso da una piccola apertura, ha la velocità medesima, che avrebbe acquistata una grossa gocciola d' acqua cadendo dall' altezza della superficie dell' acqua del vaso fino all' apertura dello zampillo, astraendo dalla resistenza dell' aria.

CONSEGUENZA.

Ne segue dunque, che le velocità dell' acqua, che esce al disotto de' vasi, che hanno altezze ineguali, stanno fra loro in ragion sudduplicata di queste altezze; poichè la velocità di ciascun getto dee fargli sollevare all' altezza del lor vaso respettivo, e poichè, per quel che ha dimostrato Galileo, i corpi che si muovono con differenti velocità, si sollevano ad altezze, che sono fra loro in ragion duplicata di queste velocità; dunque le velocità stanno fra loro in ragion sudduplicata dell' altezze.

REGOLA IV.

I getti d' acqua di larghezza eguale, che hanno le velocità disuguali, sostengono con la loro percossa pesi, che stanno fra loro in ragion duplicata di queste velocità.

SPIEGAZIONE.

Potendosi considerar l' acqua come composta d' una infinità di piccole particelle impercettibili, dee succedere, che allorchè si muovono que-

queste due volte più presto, altrettante più di numero percuoteranno nello stesso tempo, e per questa ragione, il getto, che è due volte più veloce d' un altro, fa doppia forza mediante la sola quantità de' piccoli corpi, che percuotono; e perchè esso si muove due volte più presto, fa ancora doppia forza, mediante il suo moto; e per conseguenza i due sforzi insieme devono fare un effetto quadruplo, e l' istesso dee essere riguardo all' altre proporzioni. Questa regola si pruova ancora in questa maniera: (*Fig.* 45. *Tav. II.*) A B è un cilindro quattro volte più alto del cilindro C D; l' apertura E è eguale all' apertura F; i due cilindri son pieni d' acqua. Ora, dovendo il getto, che esce da E, sostenere un peso eguale al peso del piccol cilindro d' acqua G E, e dovendo il getto, che esce da F, sostenere un peso eguale al peso del piccol cilindro H F, ed essendo il piccol cilindro G E quadruplo del piccol cilindro H F; ne segue, che i pesi alzati saranno come 4. a 1. Ma per la conseguenza della regola precedente, la velocità del getto F, sta a quella del getto E in ragion sudduplicata dell' altezza F H, all' altezza E G, e perciò ella starà come 1. a 2. Dunque una velocità doppia d' un getto dell' istessa larghezza, sosterrà un peso quadruplo, e ciò sarà ancora rispetto a tutte l' altre proporzioni. Da ciò ne segue, che un getto d' aria, 24. volte più veloce d' un altro, sosterrà un peso 576. volte più grande, essendo 576. il quadrato di 24.; e perchè un getto d' acqua 24. volte meno veloce, sostiene il medesimo peso, si può giudicare, che l' aria è 576. volte più rarefatta dell' acqua, poichè muovendosi con la stessa velocità, il getto d' acqua sostiene un peso 576. volte più grande.

Si può conoscere per esperienza la forza della percossa dell' aria con la macchina della *Fig.* 51. 52. *Tav. III.* e con quella della *Fig.* 49. *Tav. II.* A B C D è un vaso cilindrico di latta, ben saldato, aperto in C D, e posto a rovescio in un altro cilindro E F G H, in fondo a cui vi è un cannellino ben saldato L I, che entra nel cilindro posto a rovescio, e passa un poco sopra l' acqua N K, che è nel cilindro E H. Si carica successivamente di più pesi differenti la base superiore A B per far discendere questo cilindro, e per far escire nello stesso tempo l' aria con violenza dal cannello I L, sotto al quale si accomoda una bilancia, come quella della *Fig.* 49. *Tav. II.* caricata in una estremità di differenti pesi per provare la forza della percossa di quest' aria. L' esperienze si troveranno conformi alla dimostrazione di sopra esposta, cioè, che se con un soffietto s' introduca dell' aria nel cannello L I, di tanta forza, che impedisca di scendere al peso M, ed al cilindro A D; allora quest' aria introdotta fa l' istesso effetto, come se si mettesse un dito nel punto L, per impedire all' aria l' uscita; e siccome in questo stato il dito

dito sosterrebbe la sua parte del peso M, unito a quello del cilindro A D, ed il resto sarebbe sostenuto dal rimanente della base G H, e questa parte starebbe a tutto il peso sostenuto in ragion della base G H, nell' altezza di C D, all' apertura L; di maniera che se tutto il peso fosse cento libbre, e la base G H fosse 100. volte maggiore dell' apertura L, l' aria introdotta nel cannello sosterrebbe la centesima parte di tutto il peso: dunque reciprocamente, se si levasse il soffietto, l' aria che escirà con la velocità medesima del vento del soffietto, che le impediva di escire, farà equilibrio con un peso eguale a questa centesima parte.

Da questi raziocinj ne segue, che se due cilindri pieni d' aria, della medesima altezza, colle basi ineguali, son caricati da pesi eguali, essendo disposti come il cilindro A B C D, ed avendo eguali i fori, pe' quali dee escir l' aria, i pesi che alzerà l' aria nell' escire, staranno fra loro in ragion reciproca delle lor basi; poichè sieno questi due cilindri A B C D, *a b c d*, posto ciascheduno di essi in un altro cilindro pieno d' acqua, come abbiamo spiegato nella figura precedente, e sieno eguali i due pesi M, ed *m*, posti sopra i cilindri ineguali, ed i pesi alzati sieno P, e *p*, cioè P da M, e *p* da *m*, stando la base G H al foro L, come il peso M al peso P, alzato dall' aria, che esce da L; ed il foro *l*, eguale ad L, stando alla base *h g* come il peso *p*, alzato dall' aria, che esce da *l*, al peso M, ovvero *m*; perturbando la proporzione in egual ragione, la base G H starà alla base *g h*, come il peso *p* al peso P. Che se i pesi, che caricano i cilindri, son proporzionali alle lor basi, essi alzeranno pesi eguali, mediante la percossa dell' aria, che faranno escire da' fori eguali, come se la base G H è 24., e la base *g h* 12. ed il peso M sia 12. libbre, ed il peso *m* 6. libbre, essendo l' apertura L, come anco l' apertura *l* 4., i pesi P, e *p* saranno ciascheduno di 2. libbre, del che è facile la pruova.

CONSEGUENZA DELLA PRIMA DIMOSTRAZIONE.

Ne segue, che il tempo dell' escita dell' aria dal cilindro maggiore, starà al tempo dell' escita dell' aria dal cilindro minore, quando saranno caricati di pesi eguali, in ragion composta di quella della base G H, a quella della base *g h*, e sudduplicata della stessa base G H, alla medesima base *g h*; perchè se le velocità fossero eguali, questi tempi sarebbero fra loro come le basi: ma i pesi elevati, essendo in ragion reciproca delle basi, ed essendo le velocità per la terza regola in ragion sudduplicata de' pesi elevati, le velocità saranno reciprocamente in ragion sudduplicata delle basi, cioè, la velocità per *l*, starà alla velocità per L, in ragion sudduplicata della base G H, alla base *g h*; e per conseguenza il tempo dell' escita dell' aria dal cilindro maggiore,

ſtarà al tempo dell' eſcita dell' aria dal minor cilindro in ragion compoſta di quella della baſe G H, alla baſe *g b*, e della ſudduplicata delle medeſime baſi fra loro; lo che ſi è ritrovato conforme all' eſperienza: perchè un cilindro con la baſe del diametro di 8. poll. e 7. lin., ed un altro di 5. poll. e 6. lin., eſſendo caricato ciaſcheduno di 44. once, il maggiore ſi vuotò in 47. mezzi ſecondi, ed il minore in 12.: ora le baſi G H, e *g b* ſon tra loro, come i quadrati de' lor diametri G H, e *g b*; e 74. poll., che ſon quaſi il quadrato di G H, che è pollici 8. linee 7., ſta a 30., che è quaſi il quadrato di *g b*, che è poll. 5. lin. 6., come 47. a 19. appreſſo a poco; e come 74. a 47. media proporzionale tra 74. e 30., così 19. a 12: d' onde ſi vede, che 47. ſta a 12. nella ragione compoſta di quella della baſe G H, a quella della baſe *g b*, e della ſudduplicata della medeſima baſe G H alla medeſima baſe *g b*.

R E G O L A V.

I getti d' acqua della ſteſſa velocità, e di fori differenti, ſoſtengono mediante la loro percoſſa, peſi, che ſtanno fra loro in ragion duplicata de' diametri de' fori. Fig. 53. Tav. III.

Sieno due ſuperficie A B, C D, con i fori E, F, da' quali paſſino i due getti d' acqua E N, F M; è manifeſto, che la ſuperficie del foro E, ſta alla ſuperficie del foro F in ragion duplicata del diametro G H, al diametro K L, e ſuppoſte le velocità eguali, ſe il diametro G H è doppio del diametro K L, vi ſarà nella baſe G H un numero di corpicciuoli d' acqua, che percuoteranno, quadruplo del numero di quelli, che ſono nella baſe K L; faranno dunque un effetto quadruplo, e ſe le ſuperficie de' getti ſon reciproche all' altezze delle conſerve, faranno eſſi equilibrio con peſi eguali.

Per ſapere la forza dell' acque correnti, allorchè queſte urtano l' ale de' mulini, o di altre macchine, biſogna ſaper la lor velocità, e paragonarla a quella dell' acque che eſcono dalle conſerve. Biſogna ancora ſapere la gravità ſpecifica dell' acqua, riguardo agli altri corpi: ecco l' oſſervazioni, ch' io ne ho fatte.

Feci fare un vaſo di rame quadrato da tutti i lati, alto, e largo interiormente $\frac{1}{2}$ piede, che conteneva perciò l' ottava parte d' un piede cubo; lo poſi ſopra un de' piatti della bilancia, e ſull' altro il ſuo peſo corriſpondente eſattamente; dipoi per un apertura fatta verſo l' angolo della ſuperficie ſuperiore, l' empiei con ſomma diligenza d' acqua: in molte eſperienze trovai, che queſt' acqua peſava lib. $8\frac{3}{4}$, e per conſeguenza un piede cubo d' acqua doveva peſare 70. libbre. La botte di Parigi contiene pied. 8. cubi: in ciaſcun piede cubo capiſcono 36. pinte,

te, quando son misurate esattamente, sicchè l'acqua non sopravanzi gli orli, ma quando gli sopravanza più che può senza versarsene, contiene 35. pinte; ognuna di queste ultime pinte pesa 2. libbre, e l'altre, 2. libbre meno 21. denaro. La botte di Parigi contiene 288. pinte di queste ultime, e 280. dell'altre. Da ciò si vede, che un cilindro d'acqua alto un piede, e la di cui base abbia un piede di diametro, non pesa che 55. libbre, perchè la proporzione del cerchio al quadrato circoscritto, sta quasi come 11. a 14: sicchè come 14. a 11., così 70. libbre stanno a 55. libbre; perciò un cilindro alto un piede, e della base d'un poll. pesa 6. once, e tre denari incirca; perchè la 144.ma parte di 55. lib. è once $6\frac{1}{9}$, e 3. denari sono $\frac{1}{8}$; sopra questi dati ho fatte le seguenti esperienze.

Avendo attaccato un piccol battello ad un altro molto grande, che stava immobile nel mezzo del corso del fiume, ove era rapidissimo; si misurava, lungo il piccol battello, una distanza di 15. piedi, secondo la sua lunghezza; si gettava dipoi un pezzetto di legno, o qualche filo d'erba alla distanza di 2. ò 3. piedi dal piccol battello, in faccia appunto al luogo, ove era il primo segno de' 15. piedi, e si contava coll'oscillazioni d'un pendolo di mezzi secondi, quanto tempo impiegava per giungere all'altro segno; se egli era di 10. mezzi secondi, si concludeva, che in questo luogo l'acqua del fiume aveva una velocità da fare 3. piedi in un secondo. Dipoi si fece uso d'un arganetto, nel di cui asse erano posti due regoli, che co' loro piani si tagliavano ad angolo retto. Verso la cima d'uno di questi regoli si era alzata un assicella quadrata larga 6. pollici, che si faceva tuffare perpendicolarmente 2. ò 3. pollici sotto l'acqua corrente, e nell'istesso tempo si poneva in cima all'altro regolo, che era orizzontale, un peso distante dall'asse, quanto il mezzo dell'assicella, e si aumentava questo, o si scemava, finchè facesse equilibrio con la percossa dell'acqua contro l'assicella, o paletta. Si fecero molte di queste esperienze, ove l'acqua era più rapida, ed in altri luoghi, ov'ella era meno veloce, e si trovaron sempre quasi le stesse proporzioni corrispondenti alla forza dell'acqua, che esce di sotto un cannello alto 12. piedi: ecco la maniera di farne il calcolo.

Avendo trovato, che l'acqua la più rapida faceva in un secondo piedi $3\frac{1}{5}$, e che allora sosteneva mediante l'urto della paletta lib. $3\frac{1}{4}$, si diceva, il getto che esce dal fondo d'un vaso alto 12. piedi, ha nel suo escire una velocità da fare in un secondo 24. piedi, secondo la dottrina del Galileo, che abbiamo spiegato di sopra; questa velocità è dunque quasi sette volte e mezzo maggiore di quella del fiume. Il quadrato di $7\frac{1}{2}$ è $56\frac{1}{4}$; e per conseguenza, se questo getto è della me-

de-

desima larghezza della paletta, dee sostenere un peso quasi 56. volte maggiore. Ora 12. piedi cubi d' acqua pesano 840. libbre, il quarto delle quali è 210., e questo si prende, perchè la paletta è solamente $\frac{1}{2}$ piede, e perchè una colonna d' acqua, alta 12. piedi, con la base di $\frac{1}{2}$ piede quadrato, pesa 210. libbre; e se dividesi 210. per 56. il quoziente sarà quasi 3. libbre, e $\frac{1}{4}$, che è il peso che abbiamo trovato nell' esperienza.

Ho trovata parimente la forza dell' acqua corrente in molti altri luoghi del fiume, ed anco nell' acquidotto d' Arcueil. Feci un esperienza presso alla riva del fiume, ove l' acqua corrente faceva un piede e $\frac{1}{4}$ in un secondo, ed essa faceva equilibrio con 9. once di peso: per paragonarla alla velocità di 3. piedi e $\frac{1}{4}$, bisogna prendere il quadrato di 1 $\frac{1}{4}$, che è $\frac{25}{16}$, contenuto quasi 6. volte e $\frac{1}{4}$ nel quadrato di 3 $\frac{1}{4}$, che è 10 $\frac{9}{16}$; perchè il prodotto di 6 $\frac{1}{4}$ per $\frac{25}{16}$ è 9 $\frac{15}{64}$, che sono un poco più di 60. once, che fanno lib. 3 $\frac{1}{4}$.

Le rote de' mulini, che sono sulla Senna a Parigi tra il Ponte Nuovo, e il Ponte al Cambio, non hanno alla loro estremità, che la metà della velocità dell' acqua corrente, che le percuote; lo che è lo stesso, che quando un peso in moto ne incontra un altro immobile della stessa gravità, ed a quello s' unisce, perchè essendo uniti insieme, non hanno subito dopo la percossa, che la metà della velocità di quello che ha percosso. E così si può supporre, che la resistenza dello sfregamento dell' asse della rota, di quello della macine, e del grano ch' ella rompe, unito al peso della rota, e delle sue palette, equivale quasi alla resistenza d' un peso eguale a quello dell' acqua, che percuote; e per conseguenza queste resistenze devono ritardare quasi per metà la velocità dell' acqua, che le percuote. Si osserva la medesima proporzione nella rota della tromba della Samaritana.

Quì bisogna considerare, che l' acqua d' un fiume non è veloce egualmente nella superficie, che nell' altre parti; perchè l' acqua vicina al fondo è molto ritardata dall' incontro delle pietre, dell' erbe, e dell' altre ineguaglianze.

Ecco l' esperienze che ho fatte di queste diverse velocità:

Ho messo in un piccol canale d' acqua corrente uniformemente, due palle di cera, attaccate a un filo lungo un piede, una delle quali aveva in mezzo delle pietruzze per render la sua gravità specifica un poco maggiore di quella dell' acqua, di maniera, che quando le due palle erano nell' acqua, la più pesante faceva tendere il filo, e faceva immergere la più leggiera più di quel che avrebbe fatto da se stessa, e per questo mezzo la sua parte superiore era quasi a fior d' acqua, sicchè il vento non poteva agire sopra di essa. Ho sempre osservato, che

che la palla inferiore restava indietro, principalmente ne' luoghi, ove era dell' erba in fondo dell' acqua, vicino alla quale passava questa palla; perchè questo canale non era profondo, che tre soli piedi: ma quando si mettevano queste medesime palle in un luogo, ove l' acqua, incontrando qualche ostacolo, s' alzava un poco, e dipoi prendeva un corso più rapido, come si vede sotto i Ponti; la palla inferiore avanzava la superiore, lo che faceva vedere, che l' acqua di mezzo si muoveva allora più veloce di quella della superficie; e ciò procede, perchè l' acqua alzandosi un poco più alto per l' incontro dell' ostacolo, acquista una maggior velocità, scorrendo con un maggior pendio, e questo moto violento fa ch' ella s' abbassi, e passi sotto a quella della superficie; come per esempio, se A B C D è il corso dell' acqua superiore, (*Fig. 54. Tav. III.*) e verso B per un ostacolo l' acqua si alzi fino alla linea punteggiata E F, essa scorrerà più presto per il pendio maggiore E F C; e per la velocità, ch' ella avrà acquistato in C, continuerà la sua direzione al di sotto di C D, come in G H; e per conseguenza ella correrà più presto in G, ed in H, che in I, e D; e da questo procede, che ne' fiumi mediocri vi son sempre delle grandi cavità sotto i Ponti; se ne vede la pruova in tutti i Ponti dell' argine di Nogent sopra la Senna: perchè l' acqua che si è alzata per l' incontro delle pile del Ponte, acquista una maggior velocità, e passa con violenza sotto l' acqua della superficie fino al fondo, donde ella trosporta la sabbia, e la strascina un poco più basso, ov' ella s' ammassa: ma allorchè l' acqua è nel suo letto, e nel suo corso ordinario, e mediocre, la superiore dee correr più presto di quella, che è un piede sotto: poichè, sia A B una linea orizzontale (*Fig. 55. Tav. III.*) e C B il pendio del fondo del fiume, D E l' acqua, che è più bassa un $\frac{1}{2}$ piede della superiore F G, ambedue parallele a C B: ora essendo l' acqua viscosa, e le di lei parti contigue essendo un poco legate insieme, l' acqua D E trasporterà quella, che le sta sopra immediatamente, quasi con la sua stessa velocità; e dipoi quella che è in F G, la quale movendosi anche da se stessa, a cagione del suo pendio, va un po' più presto dell' acqua D E, lo che si potrà meglio comprendere, se si suppone, che F L sia un' asse, che nuoti sull' acqua, la di cui inclinazione sia parallela a C B, ed abbia sopra una palla ben tonda; perchè quest' asse trasportata dall' acqua, trasporterebbe la palla, mentre questa ruzzolerebbe da se stessa sull' asse fino in G, e per conseguenza la sua velocità sarebbe maggiore di quella dell' asse.

Ho spesso osservate ancora dell' erbe, che portava l' acqua, ed ho veduto manifestamente, che quelle che erano fra due acque vicino al fondo, più avanzate di quelle, che erano vicine alla superficie, erano pre-

stissimo avanzate, e lasciate indietro dalle superiori; e se io gettava nella medesima corrente una quantità di grosse scheggie di legno, delle quali alcune andavano a fondo più presto dell'altre, io vedeva sempre le superiori preceder le altre per ordine, a proporzione, che esse erano più, o meno lontane dal fondo; dalle quali esperienze apparisce, che ne' fiumi, che corrono liberamente, l'acqua superiore va più veloce di quella del mezzo, e questa più di quella, che è vicina al fondo; e ne' fiumi, che son costretti di passare per un luogo stretto, essendo ritenuti da ambe le parti, l'acqua del mezzo va più presto di quella della superficie, se non vi sieno che 3. ò 4. piedi di profondità.

Ecco come si può calcolare la forza delle ruote de' mulini della Senna.

Suppongo che vi sieno due ruote in un solo asse, e che esse abbiano 5. piedi di semidiametro, e che le assi, che servono di pale, o palette, abbian 2. piedi di altezza nell'acqua, e cinque piedi di lunghezza: suppongo ancora, che la velocità dell'acqua, che urta le palette, sia di 4. piedi per secondo, come suol essere: perchè l'acqua s' alza un poco per l'incontro della barca, che porta il mulino, e per conseguenza in faccia alla barca corre più presto, che s' ella non fosse trattenuta: ora, come abbiamo detto di sopra, una conserva alta 12. piedi, da cui esca un getto quadrato largo $\frac{1}{2}$ piede, può sostenere 210. libbre; la sua velocità, che è 24. piedi per secondo, è sei volte maggiore di quella, che percuote le ruote del mulino: dunque quest' acqua che percuote una paletta di $\frac{1}{2}$ piede, non dee sostenere che la 36.ma parte di 210. libbre, per la prima regola; dunque ella sosterrà lib. $5\frac{5}{6}$. Il piede quadrato sosterrà il quadruplo, cioè lib. $23\frac{1}{3}$, e perchè le palette d'una rota hanno 10. piedi in superficie, esse sosterranno lib. $233\frac{1}{3}$, l'altra ruota avrà la stessa forza: dunque tutte due sosterranno libbre $466\frac{2}{3}$ messe in un regolo orizzontale egualmente distanti dall' asse, quanto è il mezzo delle palette di 4. piedi.

La forza della percossa del vento contro l' ale d' un mulino a vento si trova così.

Si prenda un arganetto simile a quello di cui si è parlato nell' esperienze precedenti; A B in questa *Fig. 56. Tav. III.* rappresenta il suo asse; G H è un regolo orizzontale, che attraversa l' asse del cilindro ad angoli retti; I L è un altro regolo posto perpendicolarmente sopra G H; M N O P è pure un regolo perpendicolare posto obliquamente sotto un angolo di 45. gradi, relativamente al regolo G R; ora se si supponga un getto d' acqua, che percuota direttamente il regolo I L verso il punto Q, e che faccia girare il cilindro secondo l' ordine delle lettere *a b c d*, egli agirà con tutta la sua forza per sostenere il peso R:

ma

ma se un altro getto d'acqua eguale percuote direttamente il regolo MO nel punto S, che si suppone tanto lontano dall' asse, quanto il punto Q, egli non potrà sostenere il peso R, perchè la sua direzione non sarà parallela alla direzione dell' estremità del regolo IL, ed egli non potrà sostenere se non un peso, che starà al peso R, come il lato d'un quadrato alla sua diagonale; e se lo stesso getto è parallelo all' asse AB, e percuota l'istesso punto S, bisognerà diminuire ancora il peso R nella medesima proporzione per far l'equilibrio, perchè questo getto percuoterà obliquamente questo regolo sotto un angolo di 45. gradi, ed allora il corpo R non avrà più che la metà del suo peso: perchè se ABCD è un quadrato, la prima ragione sarà come AC, ad AB, (*Fig.* 57. *Tav. III.*) e la seconda come AB ad AE, metà di AC, come si è spiegato più lungamente nel Trattato della Percossa, alla fine della 13. proposizione della Parte II. Ora il vento, che percuote l'ale d'un mulino a vento, le percuote obliquamente, e s'egli incontrasse ciascheduna ala sotto un angolo di 45. gradi, non gli resterebbe di forza altro che quella, che seguita la proporzione della diagonale d'un quadrato al suo lato per questo solo motivo: ma se quest' ala, che è obliqua all' asse, lo fosse secondo lo stesso angolo, questa seconda causa diminuirebbe ancora la forza del vento, secondo la stessa proporzione, come si è detto del getto d'acqua, e la diminuzione totale per queste due cause, sarebbe della metà della forza del vento, quando esso percuote direttamente questo regolo, come IL, disposto a muoversi sul principio secondo la sua direzione, di maniera, che se la sua forza totale fosse 80., essa sarebbe ridotta da queste due cagioni a 40. Ma perchè l'ala, la cui obliquità è 45. gradi (*Fig.* 56. *Tav. III.*) riceve una minor larghezza di vento, che quando ell'è opposta direttamente, ella riceve di più una terza diminuzione, secondo la medesima ragione di AC ad AB, e la diminuzione totale sarà come AC ad EF, o come 80. a 40 $\frac{1}{2}$ in circa. Che se l'obliquità dell' ala è NO, e l'angolo di AB, ed NO sia 60. gradi, allora la prima causa sola diminuirà della metà la forza del vento, e la ridurrà da 80. a 40., e le due altre insieme la ridurranno da 40. a 31. in circa; dal che si giudicherà, che torna meglio, che l'ale de' mulini abbiano quest' obliquità, che quella di 45. gradi.

Per sapere la forza d'un vento, che percuotesse la vela d'un vascello, bisogna sapere la velocità del vento: questa si trova, lasciandogli trasportare una penna leggerissima di piuma da un luogo fisso, e contando il tempo, ch'essa impiega a percorrere un certo spazio, come di 30. ò di 40. piedi. Supponendo ora, che il vento faccia 24. piedi in un secondo, come egli fa ordinariamente, quand'è molto violen-

lento, ma che però è molto meno, che nelle gran tempeste, e negli uracani, e' si muoverà tanto presto quanto un getto d'acqua, che esce da un foro posto 12. piedi sotto la superficie dell' acqua di una conserva; e perchè il vento dee muoversi 24. volte più veloce dell'acqua per far l'istesso effetto, e' non farà più di quello che faccia l'acqua di larghezza eguale, che non fa se non un piede in 1", o un getto, che ne fa 24., se la larghezza del vento è 24. volte maggiore di diametro, ovvero 576. volte in superficie. Ora un getto d'acqua di $\frac{1}{2}$ piede, in quadro, escendo da un vaso dall' altezza di 12. piedi, può sostenere, come abbiamo detto di sopra, un peso eguale al peso d'una colonna quadra d'acqua, che abbia per base un quadrato di $\frac{1}{2}$ piede, e per altezza 12. piedi; e siccome $\frac{1}{2}$ piede cubo pesa lib. 8 $\frac{3}{4}$, raddoppiando quest' altezza, avremo lib. 17 $\frac{1}{2}$ per una colonna quadrata alta 1. piede, e larga $\frac{1}{2}$ piede, e s'ella è alta 11. piedi, allora 210. libbre saranno sostenute da un getto di $\frac{1}{2}$ piede in quadro: dunque affinchè il vento, che va egualmente presto, sostenga l'istesso peso di 210. lib., bisogna che la vela, ch'egli urta, sia 24. volte più larga, e più lunga di $\frac{1}{2}$ piede, bisogna cioè, che ella abbia 12. piedi di larghezza e lunghezza, ò piedi 6. di larghezza, e 24. di altezza; ed allora il vento, che farà 24. piedi in 1", sosterrà 210. lib. poste sopra un regolo orizzontale, attaccato all' asse medesimo della vela quadrata di 12. piedi, alla medesima distanza dall' asse, che il mezzo della lunghezza della vela, che dee esser posta a piombo: ma se il vento fa solamente 12. piedi in 1", non sosterrà che lib. 52 $\frac{1}{2}$, che sono $\frac{1}{4}$ di 210. libbre.

Se vogliasene far l'esperienza in piccolo, bisogna servirsi dell' arganetto della *Fig. 56. Tav. III.* e prendere una vela larga, ed alta 1. piede, la quale avendo 1. piede di superficie, non sosterrà, che la 144.ma parte di 52. libbre $\frac{1}{2}$, cioè once 5., se questo peso sia distante dall' asse, quanto il mezzo della piccola vela; ma bisognerà scegliere un vento, che faccia 12. piedi in 1".

In questa maniera si calcoleranno facilmente le forze differenti dell'acqua, e de' venti cagionate dalla percossa.

Per paragonare la forza de' mulini a vento, con quella de' mulini della Senna, de' quali ho parlato, suppongo, che ciascuna delle 4. ale sia alta 30. piedi, e larga 6. piedi, cioè 180. piedi in superficie; se il vento non fa che 12. piedi in 1", sostiene onc. 5 $\frac{8}{9}$ di lib. percuotendo un ala d'un piede in superficie; s'egli ne percuote una di 180. piedi in superficie, sosterrà quasi 66. libbre: ma bisogna sottrarne i $\frac{5}{9}$ a cagione della tripla obliquità dell' urto, come abbiamo provato; se l' obliquità è 30. gradi, vi resteranno dunque 29. lib., e le 4. ale sosterranno 100. lib.; ma la distanza dell' asse dal mezzo dell' ala è 20. piedi,

e quel-

e quella dal mezzo delle palette fino al loro aſſe, non è che 4. piedi: dunque per queſta cagione i mulini a vento aumenteranno del quintuplo la lor forza, e ſe la rota dentata di ciaſcuno ha 2. piedi di diametro, la forza del mulino a vento ſarà 10. volte 100., e quella de' mulini a acqua ſarà di 2. volte 466. libbre, quando il vento fa 12. piedi in 1", e la corrente dell' acqua 4. piedi; i medeſimi calcoli ſi faranno per le minori, o maggiori velocità dell' acqua, o de' venti, e per l' ale più o meno grandi.

Alcuni hanno intrapreſo di fare i mulini orizzontali, che giraſſero a tutti i venti; io ne ho veduti di tre ſorti.

I primi avevano l'ale concave, e converſe ſotto un angolo di 45. gradi, come nella *Fig.* 58. *Tav. III.* A B è la ſommità del concavo, e C D la ſommità del converſo; ſoffiando il vento in tutte due, non agirà nell' iſteſſo modo; perchè egli ſcapperà dall' una, e dall' altra parte dell' oſtacolo C D, lungo i piani C L, e C N, e non agirà che come 8 a $5\frac{2}{3}$, ed incontrando poi il concavo, e non potendo ſcappare, agirà con tutta la ſua forza, come ſe vi foſſe una tela teſa ſopra E Q H F, e così agirà con tutta la forza della ſua percoſſa nella ragione di 8., ed eſſendovi 6. ale ſimili, ſempre ve ne ſaranno 3., che riceveranno un impulſo, maggiore un po' meno di $\frac{1}{3}$ delle tre altre, lo che fara neceſſariamente girar le ruote, ma con poca forza, di maniera, che non potranno girare ſe non a vuoto, ſe non ſi faceſſero grandi a diſmiſura, e in queſto caſo non potrebbero ſoſtenerſi, e correrebbero riſchio d' eſſer portate via da' venti impetuoſi: per dargli tutta la perfezione, biſognerebbe che l' angolo E A Q foſſe 30. gradi, ed allora la proporzione della forza del vento ſarebbe nel concavo, riſpetto al converſo, come 4. a 1., ſiccome abbiamo ſpiegato nelle regole della caduta de' corpi. alla fine del Trattato della Percoſſa della 3. edizione. Si potrebbero fare le facce C N, C L anco mobili, e B E. B Q, affinchè eſſe ſi ſerraſſero un poco nell' ala C D. e s' apriſſero nell' altra, lo che accreſcerebbe ancora la proporzione; biſognerebbe anco mettere queſte 6. ale a due a due l' una ſopra l' altra, affinchè riceveſſero meglio il vento, ed allora queſti mulini potrebbero fare quaſi l' iſteſſo effetto di quelli, de' quali ſi è parlato.

La ſeconda ſorta aveva la larghezza delle ſue ale in una ſituazione verticale, ma la tela, che le riveſtiva, era ſopra telai mobili, che da una parte s' appoggiavano interamente ſull' eſtremità de' legni, o mazze, che giravano quando il vento ſoffiava contro ad eſſe; e così ricevevano queſte tutta la forza; ma dall' altra parte, girando ſopra de' perni, e non avendo contraſto, cedevano eſſe al vento, e con queſto mezzo una parte del vento paſſava tra l' aperture, ch' eſſo faceva, per lo

lo che faceva molta minor forza, che dall' altra parte, e la ruota girava necessariamente: ma essa girava debolmente, ed anco a vuoto; e allorchè alcuni mulini a vento ordinarj giravano con un vento mediocre, questi intanto o non giravano, o giravano molto adagio, non restando nella parte percossa interamente dal vento, un quarto di forza di più, che nell' altra; e ciò dipendeva dal ricevere le mazze, e le traverse tanto vento da una parte, che dall' altra, ed i telai dalla parte, che s' aprivano, non lasciavano di cadere un poco, mediante il lor peso, e d' essere incontrati dal vento, che gli sosteneva, non alzandosi mai all' altezza orizzontale: ma s' aprivano solamente a mezzo, un poco più, o un poco meno; e per questo erano inutili la maggior parte del tempo, nè potevano macinare, che a venti molto violenti.

La terza sorta si era di far coprire la metà del numero dell' ale da una mezza circonferenza cilindrica di latta, o d' altra materia leggeri, che era voltata direttamente al vento da una gran banderuola molto lontana dal centro della macchina, e con questo mezzo tre ale solamente da una parte ricevevano l' impressione del vento, senza essere impedite dalle 3. dell' altra parte: ma non poteva farsi in grande, questa macchina a cagione dell' enorme grandezza, che sarebbe bisognato dare alla mezza circonferenza cilindrica, e la quale perciò potrebbe esser facilmente gettata a terra da un vento mediocremente violento.

Ho veduto anco un modello di mulini a vento orizzontali, che sono, per quanto si dice, in uso nella China; son fatti a guisa d' una lanterna, ed hanno più ale, che girano su' perni verso il centro, ed il punto opposto verso l' alto, ed incontrano delle caviglie, che le fermano in certe situazioni per ricevere il vento più direttamente, che sia possibile, e quando quest' ale hanno fatto un mezzo giro per la rivoluzione della macchina, elle si rivoltano incontro al vento, come le banderuole, e non ne ricevono, che piccolissima impressione, per non nuocere a quelle, che sono dall' altra parte, dalla quale il vento le incontra direttamente, o quasi direttamente; e finalmente niuna ve n' è dall' altra parte, che non riceva il vento molto obliquamente, e per questo mezzo il vento agisce sempre quasi due volte più da una parte, che dall' altra, lo che produce un sufficiente moto nella macchina, il di cui asse è piantato nel mezzo della macine, che le sta sotto; e per questo ancora non è necessario d' applicarvi altre ruote, e lanterne, come gli altri mulini, per lo sfregamento delle quali resta diminuita la forza.

Si può con l' istesso metodo di sopra esposto calcolare la velocità del vento, che è necessaria per abbattere gli alberi, o i pilastri ritti, che non sostengono cosa alcuna: eccone gli esempi.

Sia

Sia un telaio di legno ABCD (*Fig. 59. Tav. III.*) come quelli da impannate, largo un piede, che pesi lib. 1 $\frac{1}{4}$, cioè once 20., con i suoi fogli incollati, esposto direttamente al vento, e posto a piombo sopra un piano orizzontale, ed abbia i quattro piccoli bastoni quadrati, larghi 1. pollice: dunque un vento di 12. piedi per 1", percuotendolo, sosterrà quasi 6. once, come abbiamo mostrato di sopra; e perchè questo telaio è grosso 12. linee, la metà della grossezza, in cui è il centro di gravità, sarà 6. linee: poichè non si considera il peso del foglio; e perchè la distanza del suo centro di gravità al punto d' appoggio è 6. poll., il vento agirà in leva in ragione di 6. poll. a 6. linee, o come 12. a 1., ed essendo EF l' asse del moto, la proporzione della forza del vento contro il peso del telaio di 20. once, sarà come 72. once, prodotto di 6. once per 12., a 20. once; abbisogna dunque un minor vento per fare equilibrio: e se prendasi un vento di 6. piedi per 1", egli non avrà se non il quarto di 72. once, cioè 18. once, e se il 36. quadrato di 6. dà 18., 40. darà 20. once; la radice quadrata di 40. è un poco più di 6 $\frac{1}{3}$: ci bisognerà dunque un vento, che faccia piedi 6 $\frac{1}{3}$ in 1" per rovesciare questo telaio di foglio; io ne ho fatto l' esperienza in cima dell' Osservatorio, e nella Samaritana.

Si calcolerà anco la forza necessaria a rompere un ramo d' un albero grosso $\frac{1}{2}$ piede, che abbia 15. piedi di fusto, e 30. piedi di rami colle foglie; (*Fig. 60. Tav. III.*) il vento percuoterà 900. piedi superficiali; la resistenza assoluta della parte bassa del ramo per esser rotta, essendo tirata di sù in giù, sarà 207360: perchè la resistenza d' un bastone di 3. linee è stata già trovata 350. libbre. AB è il fusto del ramo, DBEF il giro de' rami, e delle foglie, e C il centro, la distanza AC è 30. piedi, la proporzione di 30. piedi al terzo della grossezza verso A, che è 2. poll., è di 180. ad 1.; dividendo 207360. per 180. il quoziente sarà 1152; bisognerà dunque il valore di 1152. libbre per rompere il ramo in A: vi sono 900. piedi di superficie nelle foglie, e rami dell' albero, e perchè 2. piedi superficiali percossi da un vento di 12. piedi per 1" sostengono $\frac{3}{4}$ di libbra, essi sosterranno 450. volte, $\frac{3}{4}$, cioè 337. libbre in circa, che è un numero molto minore di 1152: sia dunque come 337. a 1152., così 144. quadrato di 12. sta a 492 $\frac{84}{337}$; dunque la radice quadrata è 22 $\frac{1}{4}$ in circa; bisognerebbe dunque, che il vento facesse 22. piedi $\frac{1}{4}$ in 1" per rompere un tal ramo d' albero.

L' urto del vento contro le vele d' un vascello per farlo inclinare, o rovesciare, seguita le stesse regole, e quelle dell' equilibrio: perchè se si pone sopra un vascello ABC (*Fig. 61. Tav. III.*) di cui il centro di gravità sia nella linea DB, un peso nel punto C, esso s' inclinerà, ed il centro di gravità comune sarà *b* D; quel che resterà nell' acqua

farà equilibrio a se stesso, ed il peso C al rimanente del vascello E A, che resterà dall' altra parte sopra l' acqua: ora la vela D percossa dal vento, fa l' istesso effetto d' un gran peso, e si possono paragonare le lor forze come sopra, secondochè il vento sarà grande, e la vela sarà elevata sopra il vascello; ed usando la maniera spiegata di sopra, si potrà conoscere qual velocità di vento può rovesciare un vascello, se sappiasi il peso del vascello, e di ciò ch' egli contiene, l' ampiezza delle sue vele, l' obliquità, o la direzione della percossa, paragonandone la sua forza con quella d' un peso, come C: ma bisogna considerare, che il vascello non gira mediante il vento, come se vi fosse un asse nel punto B, che girasse sopra due perni immobili, e ch' egli non si rovescia tanto facilmente, come seguirebbe in questo caso: ma però ondeggiando può prendere una continuazione di moto, che unita ad una grande, e repentina bufera di vento puo fargli romper l' equilibrio, e rovesciarlo.

Allorchè non si ha, che una certa quantità d' acqua per impiegare in una qualche percossa, si può accrescere la sua forza, facendola uscire sotto una maggiore altezza. *Fig. 62. Tav. III.*

A B è il pelo d' un fiume trattenuto; C D è un' apertura di un piede quadro, d' onde dee uscir l' acqua; sia E il mezzo dell' apertura, e l' altezza BE 3. piedi. Si è mostrato, che l' urto dell' acqua per C D sosterrà il peso d' un solido d' acqua, che abbia per base il quadrato di C D, e l' altezza E B di 3. piedi; questo peso sarà dunque 3. volte 70. libbre, ovvero 210. libbre. Sia frattanto l' acqua trattenuta in maniera, che la sua altezza sia 12. piedi fino in F, che è il mezzo dell' apertura quadrata G H; il getto per F sarà due volte più veloce che per E; se si faccia dunque, che come la diagonale d' un quadrato sta al suo lato, così C D stia a G H, la superficie di quest' apertura sarà la metà di quella di C D, e vi passerà altrettanta acqua nello stesso tempo, perchè ella passerà due volte più presto, ed il peso ch' ella sosterrà con la sua percossa, sarà eguale al peso del solido, che avrà per base il quadrato di G H, e per altezza F B: ma avendo quest' ultimo solido la sua altezza quadrupla del primo, e la sua base solamente minore per la metà, peserà appunto il doppio; ed il getto per G H sosterrà un peso doppio di quello, che è sostenuto dal getto C D; d' onde si vede, che per far girare un mulino, che mancasse d' acqua, e ne avesse solamente la metà dell' ordinaria, dandogli una profondità quadrupla, la stessa acqua lo farebbe girare, e farebbe l' istesso effetto, che se vi fosse il doppio d' acqua.

PAR-

PARTE TERZA.

Della misura dell' Acque correnti, e zampillanti.

DISCORSO I.

De' pollici, e linee d' acqua, colle quali s' esprime la misura dell' acque correnti, e zampillanti.

I Fontanieri misurano la quantità d' acqua, che danno le fontane, per mezzo de' pollici, e linee circolari, che contengono superficialmente l' aperture, ch' esse riempiono, scorrendo molto adagio: ma non hanno benissimo determinato qual sia la quantità d' acqua, data da questi pollici, e linee circolari in un certo tempo, nè quale debba esser l' altezza dell' acqua sopra queste aperture, per avere questa determinata quantità d' acqua; pertanto resta necessario a sapersi, cosa sia un pollice d' acqua: perchè se l' acqua fosse 6. linee sopra un' apertura circolare d' un pollice, darebbe molta più acqua per questo pollice, che s' ella fosse alta sopra di esso una sola linea; perchè, come abbiamo mostrato nella II. Parte, una maggior altezza d' acqua dà maggior velocità a i getti, ed i passaggi dell' acqua per una stessa apertura stanno in ragione delle velocità, che ha l' acqua nell' escire; lo che si prova così. *Fig.* 63. *Tav. III.*

A B è una tinozza piena d' acqua, C E D B uno de' lati di essa, in cui è un foro I; G H è un cilindro di legno, o di diaccio, che passa per questo foro con velocità uniforme.

Se si suppone, che in 1'' questi s' avanzi per lo spazio G H, egli è chiaro, che in questo tempo passerà interamente, e precisamente il foro I, se comincia ad entrarvi dalla cima H; e che se si muove due volte più adagio, bisognerà ch' egli impieghi 2'' per scorrerlo tutto; e per conseguenza ne passerà la metà solamente in 1'', e così rispetto all' altre proporzioni.

Si può tirare la stessa conseguenza, rispetto a' getti d' acqua, cioè, che passerà il doppio d' acqua nell' istesso tempo dall' apertura I, quand' essa è il doppio più veloce, e che se in un minuto ella dà 10. pinte

 pas-

paſſando da queſto foro con una certa velocità, ne darà 30. nell'iſteſſo tempo, s'ella ſia 3. volte più veloce.

Ciò ſuppoſto, egli è chiaro, che ſe vi ſieno due fori rotondi eguali in una conſerva, uno poſto un piede ſotto la ſuperficie ſuperiore dell' acqua, e l' altro 4. piedi, da queſt' ultimo eſcirà nell' iſteſſo tempo il doppio d' acqua, poichè ſi è provato, che l' acqua eſcirà da queſt' ultimo il doppio più veloce, che dall' altro.

Da ciò ſi vede, che per determinare la quantità d' acqua, che dee paſſare per l' apertura d' un pollice, poſta a piombo, biſogna neceſſariamente determinare a qual' altezza eſſer dee la ſuperficie dell' acqua, che ſomminiſtra l' erogazione, ſopra il pollice circolare.

Ecco alcune eſperienze, che ſono ſtate fatte per determinar queſt' altezza, e la quantità d' acqua, che eſce in un certo tempo.

PRIMA ESPERIENZA.

Mi ſervii d' una tinozza di latta MB (*Fig. 64. Tav. III.*) lunga 2. piedi, e larga 10 poll., con un foro quadro in C, largo quaſi 16. lin.; a queſto ſi era applicata una piaſtra di rame, che aveva un foro circolare fatto eſattiſſimamente, del diametro d' un pollice: eſſendo queſta tinozza ſituata in maniera, che il foro d' 1. poll. rimaneva verticale, s' empì d' acqua fin ſopra il foro, chiudendolo con una mano, e vi ſi laſciò cadere l' acqua dalla botte FG, che era molto vicina, in tal quantità, che paſſando tutta dal foro circolare C, il pelo dell' acqua della tinozza reſtaſſe ſempre, quaſi una linea più alto del foro.

Per fare queſt' eſperienza con tutta l' eſattezza, feci un apertura in L nel fianco della tinozza, un poco più alta del foro circolare, per ſervir di ſcarico all' acqua ſoprabbondante, di cui ſi ſcemava l' altezza come ſi voleva, per mezzo d' una lamiera di latta, che vi s' attaccava con una materia molto viſcoſa di cera, e trementina. Aveva applicato anco un' altra piccola lamina di latta M, lontana 2. pollici per parte dal foro C, ed 1. linea meno $\frac{1}{4}$ più alta di eſſo; queſta era parallela all' acqua della tinozza, ſicchè quando l' acqua s' alzava un poco più ſopra di queſta, come per eſempio, per la groſſezza d' $\frac{1}{4}$ di linea, ero ſicuro, che il pelo ſuperiore dell' acqua era più alto una linea del foro C, e ſenza queſt' invenzione ſarebbe ſtato difficiliſſimo aſſicurarſene; perchè l' acqua fa ordinariamente un piccolo alzamento concavo di 2. linee in circa, intorno ai corpi, ch' eſſa tocca, quando ſono umidi: lo che impediſce di poter ben notare l' altezza del pelo dell' acqua riſpetto all' apertura C. Eravi anco nella tinozza una traverſa DE per ricevere l' urto dell' acqua, che cadeva dal vaſo FG nella conſerva, affinchè non faceſſe ondate, e queſta traverſa era diſtante quaſi 3. pollici dal

dal fondo della tinozza, ed era forata in molti luoghi, perchè l' acqua vi passasse liberamente; disposto bene tutto questo, si chiudeva il foro con una mano, o in altra maniera, e si empiva la tinozza, finchè l' acqua fosse 3. ò 4. linee sopra la piccola lamiera M, e dipoi si lasciava escir l' acqua nello stesso tempo dal foro, e dalla botte; e se l' acqua della tinozza si fermava à quest' altezza di 3. ò 4. linee, o saliva più alto, si abbassava un poco lo sfogo L, finchè si vedesse esser rimasta pochissima acqua sopra la piccola lama M, come per esempio per la grossezza d' $\frac{1}{4}$ di linea, e rimanesse sensibilmente in questo stato un poco di tempo. Allora si poneva sotto, in un tratto, un vaso N, per ricevere l' acqua, che esciva dal foro circolare C, e dopo 30″ precisamente si levava in un tratto, e si misurava dipoi la quantità d' acqua che era dentro.

Per notare il tempo dell' escita dell' acqua, io mi serviva d' un pendolo di filo sottilissimo, caricato nella estremità d' una palla di piombo di 8. linee di diametro; la lunghezza del filo era di 3. piedi, e 8. linee fino al centro della palla dal punto di sospensione; questo pendolo impiegava 1″ in ciascuna oscillazione, e me ne assicurava paragonandolo con un pendolo, o orivolo giustissimo, che mostrava i secondi; ho reiterato più volte la stessa esperienza, ed ho trovato, che in 60″ passava da questo foro d' un pollice, allorchè il pelo dell' acqua della tinozza era 7. linee più alto del centro del foro, quasi 13. pinte $\frac{1}{3}$ misura di Parigi, pesando ciascheduna pinta due libbre meno 7. dramme.

Ne' paesi vicini alla Linea, il pendolo dee esser più corto, a cagione del moto della Terra, che in detti luoghi è maggiore, che in Francia. Il Sig. Richer, e il Sig. Varin ne hanno fatte dell' osservazioni; la prima a Caienna, ov' egli l' ha trovato più corto 1. lin. $\frac{1}{4}$, e l' altro nell' isola Gorea vicina a Capo Verde, ove bisognava che fosse solamente di pied. 3. lin. 6 $\frac{1}{2}$: si dimostra quest' effetto in questa maniera; ABC rappresenta un meridiano, che passa per i poli BC, (*Fig. 65. Tav. III.*) ed AEF è la linea equinozziale; GHMN è il Parallelo di Parigi: se si suppone farsi il moto della Terra d' Occidente in Oriente, una pietra, che fosse in A, s' allontanerebbe dalla terra per una tangente; e perchè il punto A sarebbe egualmente veloce, se il moto verso il centro K non superasse questo moto, la pietra s' allontanerebbe dalla terra secondo la linea AI: ma questo moto verso il centro essendo più forte, la pietra non s' alza; ma non lascia però di perdere una parte della sua tendenza al moto verso K. L' istesso succederà ad una pietra, che fosse nel punto G, ma la sua tendenza al moto per la tangente sarà molto meno forte, perchè il punto A si muove molto più presto del punto G. Dunque ritarderà meno una pie-

tra, che cade da G verso K centro della terra, ed anco la situazione obliqua del piccol cerchio GM, rispetto alla linea GK, può scemare un poco questo ritardo verso il centro: perchè GL linea obliqua a KG, essendo eguale a GO, il punto L sarà meno lontano da K, che il punto O; per queste due cagioni essendo rilasciata la pietra in I, scenderà meno presto verso A, che la pietra in L non discenderà verso G: dunque il moto del peso d'un pendolo sarà più lento verso A, che verso G, e per conseguenza per farli isocroni, bisogna che il filo del pendulo sia più corto verso A, che verso G.

Egli è manifesto, che non si può trovare precisamente la stessa quantità d'acqua in tutte l'esperienze, e che vi si troverà sempre qualche piccola differenza per più cagioni, cioè, perchè egli è difficile di cominciare a contare i secondi nel momento medesimo, che l'acqua comincia a escire; perchè non si può levare il vaso precisamente quando finisce il 30.^{mo} secondo; perchè l'apertura, ond'esce l'acqua, non è perfettamente perpendicolare, o non è esattamente un pollice, o perchè il filo del pendulo si può un poco allungare, o scorcire nel tempo dell'esperienza; o finalmente perchè il pelo dell'acqua è un poco più, o un poco meno alto d'una linea, ove è la piccola lamiera M; le quali cose tutte impediscono la precisa esattezza: ma fra il più e il meno, ho trovato questa misura di 13. pinte $\frac{1}{2}$. Se vogliasi sapere quant'acqua danno i fori circolari più piccoli, come di 6. linee di diametro, o di 4., bisogna situarli in maniera, che i loro centri sieno 7. linee sotto il pelo dell'acqua della tinozza; perchè se la parte più alta di ciaschedun foro fosse posta una linea sotto la superficie, essi darebbero molta meno acqua di ciò che devon dare, attesa la proporzione delle lor grandezze; ma se si dispongono in maniera, che i centri delle loro aperture sieno all'istessa distanza dal pelo dell'acqua, essi daranno quantità d'acqua proporzionali: eccone l'esperienze fatte.

SECONDA ESPERIENZA.

Ho fatto escire più volte l'acqua dall'istessa tinozza per un foro di 6. linee, il cui centro era sempre 7. linee sotto il pelo dell'acqua nel tempo dell'escita, ed ho trovato sempre 15. mezzi sestieri (a) poco più, o poco meno, quantunque la superficie di questo foro non sia, che il quarto di quella d'un pollice circolare, e benchè secondo questa proporzione non ne dovesse escire in un minuto, che il quarto di pinte 13 $\frac{1}{2}$, secondo la quarta regola dell'equilibrio cagionato dalla percossa. Questa differenza procede da più cause.

I. Per-

(a) Il mezzo sestiere è una misura, che contiene $\frac{1}{4}$ di pinta, di quelle, che sono 2. libbre Parigine, meno 7. grossi, o dramme.

I. Perchè l'acqua della tinozza, benchè sia alta una linea sopra il foro d'un pollice, ella non vi si mantiene alta, lungo il medesimo foro, se non per un terzo di linea, nel tempo della sua escita; lo che si conosce facilmente, mediante una reflessione particolare di luce, che si fa in questo luogo, ove l'acqua s'abbassa più, che nel resto della tinozza, e quest'abbassamento si fa, perchè l'acqua, che succede a quella, che esce, dee venire dalle parti vicine, come abbiamo spiegato di sopra, ed essendovi troppo poco alta presso al foro, bisogna ch'ella s'abbassi quasi tutta per passare; lo che scema la forza della pressione dell'acqua, e ne ritarda la velocità.

II. Perchè venendo poc' acqua di sopra, bisogna in ricompensa, che ne venga di molto lontano per succedere a quella, che esce, lo che ritarda la sua velocità: ma l'istesso non accade nel foro di 6. linee, perchè non dovendo dare che il quarto dell'acqua, che dà il foro d'1. poll., ed essendo la sua apertura sommersa 4. linee sotto il pelo dell'acqua, non vi si fa un abbassamento sensibile; e per conseguenza l'acqua è premuta da queste 4. linee intere; oltre di che l'acqua, che dee succedere a quella, che esce, non vien di tanto lontano, come quando il foro è largo 1. poll., ed affinchè l'acqua, che è direttamente sopra il foro d'un pollice, fosse 7. lin. più alta del suo centro, bisognerebbe che nel resto della tinozza ella fosse alta quasi 8. linee.

Un altra causa ancora si è che le velocità dell'acqua nell'escire da' fori, essendo in ragione sudduplicata dell' altezze dell'acqua, come è stato detto; se vi sia una tinozza A B (*Fig. 66. Tav. III.*) con un apertura orizzontale *a b c d* nel fondo, ed un altra verticale *e f g b*, eguali fra loro, e l'acqua sia nella tinozza precisamente all'altezza *e f*, per questa apertura verticale non devono escire che $\frac{2}{3}$ dell'acqua, che escirà nel medesimo tempo per quella che è nel fondo della tinozza, se si mantien l'acqua all'altezza *e f*; lo che si prova così.

L'acqua che esce dal fondo dell'apertura verticale *e b*, ha la sua velocità, rispetto a quella, che esce da L I, in ragion sudduplicata dell'altezza *e g* all'altezza *e* L, e così rispetto a tutte le divisioni orizzontali, che si posson fare nel quadrato *e f g b* a distanze ineguali; d'onde ne segue, che se la velocità dell'acqua della prima divisione verso la cima è 1., ovvero R. 1., quella della seconda sarà R. 2, quella della terza sarà R. 3. ec. cioè saranno nella stessa proporzione, che l'ordinate d'una parabola. Sia dunque A C D una parabola (*Fig. 67. Tav. III.*) la cui base sia la stessa del rettangolo C D P Q, e sia diviso l'asse A B in più parti eguali dalle linee E F, G H, I L, M N ec. parallele a B D; queste linee saranno l'ordinate. Ora per la proprietà di questa figura, i quadrati son fra loro come i segmenti dell'asse, che

lor corrifpondono, A E, A G, A I, A M ec., e quefti fegmenti fon fra loro come i numeri 1. 2. 3. 4. ec. Dunque quefti quadrati ftaran fra loro come 1. 2. 3. 4. ec. e per confeguenza le linee O E F, R G H, S I L, T M N, faran fra loro, come R. 1, R. 2, R. 3, R. 4, ec. Se fi prendono per tanto tutte l'ordinate, che tirar fi poffono parallele a B D, infinite di numero nella parabola, quefte ftaranno alle linee infinite, che compongono il rettangolo C D A, come la parabola fta al rettangolo; ma il triangolo C A D, che è la metà del rettangolo P Q C D, è $\frac{3}{4}$ della parabola, come ha dimoftrato Archimede; dunque fe il triangolo è 3, il rettangolo farà 6, e la parabola 4; dunque, ell' è $\frac{2}{3}$ del rettangolo.

Quelli che non fanno le proprietà della parabola, potranno col calcolo conofcere quefta verità appreffo a poco, prendendo in numeri il feguito di queft' ordinate, eftraendone le radici quadrate, per le decimali, come fi vede nella Tavola feguente, nella quale la prima colonna moftra i numeri interi, la feconda le decimali, la terza le centefime, ec.

	Interi.	Dec.	Cent.	Mill.
R. 1. eguale a	1.	0.	0.	0
R. 2.	1.	4.	1.	4
R. 3.	1.	7.	3.	2
R. 4.	2.	0.	0.	0
R. 5.	2.	2.	3.	6
R. 6.	2.	4.	4.	9
R. 7.	2.	6.	4.	5
R. 8.	2.	8.	2.	8
R. 9.	3.	0.	0.	0
R. 10.	3.	1.	6.	2
R. 11.	3.	3.	1.	6
R. 12.	3.	4.	6.	2
R. 13.	3.	6.	0.	5
R. 14.	3.	7.	4.	3
R. 15.	3.	8.	7.	2
R. 16.	4.	0.	0.	0
R. 17.	4.	1.	2.	3
R. 18.	4.	2.	4.	2
R. 19.	4.	3.	5.	8
R. 20.	4.	4.	7.	2
R. 21.	4.	5.	8.	2
R. 22.	4.	6.	9.	1
R. 23.	4.	7.	9.	2
R. 24.	4.	8.	9.	9

Se dunque si prenda la somma de' primi numeri solamente, ell'è un po' maggiore di 29; e 12. volte il duodecimo numero, cioè 3, $\frac{4}{10}$, $\frac{6}{100}$, $\frac{3}{1000}$, dà un prodottto un po' maggiore di 41 $\frac{1}{2}$; e per conseguenza, questa somma, che è la parabola, è maggiore de' $\frac{2}{3}$ di questo prodotto, che è il rettangolo: ma se si prendono quelle de' 24. numeri, si troverà per la parabola un poco più di 79., ed il prodotto dell' ultimo 4 $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{100}$, $\frac{9}{1000}$, per 24. è un poco più di 117., di cui i $\frac{2}{3}$ sono 78.; e così la somma di questi 24. numeri non differisce da' $\frac{2}{3}$ di questo prodotto, che dell' unità in circa, e molto ci approssimiamo quando si prendono i 12. primi numeri; e se si continui la tavola per un maggior numero di divisioni, la differenza di questa somma, e di questo prodotto diminuirà sempre, e si potrà dedurre, che ella arriverà finalmente a' $\frac{2}{3}$ precisamente.

Si vede ancora, che se si prendono i sei numeri del mezzo de' primi dodici, questi supereranno insieme la somma de' tre primi, e de' tre ultimi; e che la somma de' 6. primi, e de' 6. ultimi de' 24., sarà minore della somma de' 12. di mezzo, come dee necessariamente accadere, e come si dimostra in questo modo.

Gli estremi de' quadrati de' numeri, che sono in progressione aritmetica, son maggiori di quelli de' numeri di mezzo, come i quadrati di 2., e di 8., che fanno 68., son maggiori di 52., somma de' quadrati di 4., e di 6.; l' eccesso è 16, prodotto del quadrato della differenza per il numero della progressione: ora poichè i quadrati dell' ordinate della parabola sono in progressione aritmetica, e poichè gli estremi insieme sono eguali ai medj, ne segue, che le lor radici non sono in progressione aritmetica, e che le prime, e l' ultime son minori di quella di mezzo: perchè se fossero eguali, questi quadrati estremi sarebbero più grandi; e perchè le quantità d' acqua, che escono, seguitano le lor velocità, ne segue, che se vi sono 8. divisioni nel quadrato ABCD (*Fig. 68. Tav. III.*) le quattro di mezzo, che formano il rettangolo EFGH, daranno più acqua de' quattro estremi, che formano i due rettangoli AH, FD; e che LMNO, che è la metà di questo rettangolo, ed il quarto del quadrato grande, darà più del quarto di tutta l' acqua, che dà il quadrato grande.

Per questa cagione, e per quella della difficultà dell' acqua nell' uscire, segue che un foro quadrato di 6. linee, che abbia sopra, 4. linee d' acqua, dà più del quarto di quella, che dà un pollice quadrato, che abbia sopra di se l' acqua, alta solamente una linea vicino al foro: egli è vero, che in proporzione v' è meno sfregamento con gli orli del foro grande, che del piccolo, lo che è un poco vantaggioso al grande; ma essendo l' altre circostanze tutte più considerabili, dee

escir

escir sempre più acqua in proporzione per i fori minori fino a 2. linee di diametro, che per i più grandi; il che ho trovato conforme all' esperienze.

L' istesso dee succedere appresso a poco, e per le stesse cause ai fori circolari, cioè, che se si prende nel cerchio grande A B C D, il piccolo interiore, e concentrico EF (*Fig. 69. Tav. III.*) di cui il diametro EF sia eguale alla metà di AC, e per conseguenza la superficie sia eguale al quarto di quella del cerchio grande, passerà da questo foro un poco più d' un quarto di quella, che passerà dall' intera apertura ABCD; e questo si è trovato conforme a tutte l' esperienze ne' piccoli alzamenti d' acqua sopra i fori, avendo sempre dato il cerchio grande quasi 13. pinte in un minuto, ed il piccolo 15. mezzi sestieri, come si è detto.

Succede ancora, che se il piccol foro per cui passa l' acqua, è situato orizzontalmente nel fondo della tinozza, di maniera, che l' acqua esca perpendicolarmente dall' alto al basso, n' escirà più nell' istesso tempo, che se nell' altra tinozza l' apertura fosse verticale, ed il getto orizzontale, quantunque il pelo dell' acqua fosse tanto sopra il centro di quest' ultima, che sopra l' altra; lo che procede, perchè l' acqua escendo dall' alto al basso, s' accelera, ed a motivo della sua viscosità tira seco più presto le parti, che le son contigue, e quelle ancora che son vicine al foro al di dentro della tinozza; e n' escirà ancor meno da un egual foro, se questi è disposto in maniera da far zampillar l' acqua perpendicolarmente all' insù per l' apertura C(*Fig. 70. Tav. III.*) perchè l' acqua va più presto in D, che in E, e così quella di sotto è sempre un poco ritardata.

Con molte esperienze si è trovato, che se in un certo tempo escivano da un getto di 4. linee d' apertura, 15. pinte d' acqua, che esciva all' ingiù, non n' esciva poi più di 14. in circa, quando si faceva escire perpendicolarmente all' insù, quantunque caricata da una eguale altezza d' acqua, e ciò accade particolarmente nell' altezze mediocri delle conserve; perchè se queste sieno 20. ò 30. piedi, la differenza è molto meno sensibile a cagion dell' acqua, che esce dall' alto al basso con tal velocità, sul principio, che non si fa grand' accelerazione nell' acqua del getto, che è sotto il foro; perchè cadendo una goccia d' acqua, non acquista molto più velocità di quella dell' acqua, che esce da un foro, quando il pelo dell' acqua della conserva è sopra esso 30. piedi, come è stato spiegato in fine della terza edizione del Trattato della Percossa de' corpi.

Per tutte queste ragioni, e da tutte queste esperienze si vede, ch' egli è difficile determinare ciò che sia un pollice d' acqua: e perchè l' ero-

l' erogazioni de' getti d' acqua si fanno ordinariamente da aperture mediocri di zampilli, o tubi, applicati a conserve molto alte, si dee piuttosto regolarsi sull' esperienze fatte con fori mediocri di 4. ò 6. lin., che sopra quelle d' un pollice intero. Io ho scelto la media tra l' esperienze fatte con fori differenti, tanto per la facilità del calcolo, quanto per avere una misura certa, e togliere ogni difficoltà.

Chiamo quì *pollice d' acqua*, l' acqua, che escendo in un minuto, dà 14. pinte, misura di Parigi, di quelle nelle quali l' acqua passa un poco sopra gli orli, e che pesano 2. libbre. L' apertura d' un pollice darà questa quantità, se l' acqua sia una linea sopra il foro; ma bisognerà ch' ella sia più alta due linee nel resto della conserva, affinchè ella sia più alta una linea appunto sopra il foro. Per i fori di 6. linee, o minori di 6. linee, basterà, che l' acqua nel vaso sia 7. linee sopra il centro de' fori.

Questa misura così determinata, è comodissima per il calcolo, perchè nello spazio d' un ora il pollice darà 3. botti di Parigi, e 72. in 24. ore. Coloro che non conoscono la misura di Parigi, e conoscono la libbra, potranno fare facilmente questi calcoli; laddove se si prendessero per un pollice 13. pinte $\frac{1}{8}$ di quelle, che pesano lib. 2. meno 7. dramme, un pollice non darebbe che 66. botti, più $\frac{9}{72}$ in 24. ore, e queste frazioni darebbero molta difficoltà, quando si volessero conoscere le differenti quantità d' acqua, escite sotto differenti altezze da' vasi. Per confermar questa regola, ho fatta la seguente esperienza.

TERZA ESPERIENZA.

Mi servii di un vaso quadro per tutti i versi, che conteneva un piede cubo fino al 12.mo pollice; ma l' ultima divisione era di 2. linee sotto l' orlo del vaso. Vi feci cader l' acqua da un foro circolare d' un pollice fatto in una tinozza, come l' ho descritta quì sopra *Fig. 64. Tav. III.* La piccola lamina M era posta 2. lin. $\frac{1}{4}$ più alta della parte superiore del foro, di maniera, che lungo l' apertura, la superficie dell' acqua restava più alta una linea, quando ell' era 2. linee più alta nel resto della tinozza. Questo piede cubo restò pieno d' acqua nello spazio di 2. minuti, e $\frac{1}{2}$, fino al 12.mo pollice: d' onde ne segue, che il foro circolare così disposto, dà 14. pinte, ò 28. lib. d' acqua in un minuto, poich' egli diede 35. pinte in 2. minuti, e $\frac{1}{2}$.

Si sapranno per questo mezzo i pollici d' acqua, che dà una mediocre fontana, o un ruscello corrente; perchè basterà raccoglierne l' acqua in un vaso, o in altro luogo, che contenga l' acqua, e si possa misurare, contando per un qualche spazio di tempo i minuti, o i secondi; per esempio, se in 30″ son entrate nel vaso 7. pinte, si dirà, che

son fatte alcune altre ancora per i getti verticali, alti 5. ò 6. piedi, e si è sempre trovata la stessa ragione sudduplicata dell' altezze de' vasi. Si potrà dunque prender per vera la seguente regola.

Regola per la misura dell' acque zampillanti.

L' erogazioni de' getti d' acqua, che si fanno da fori eguali sotto differenti altezze, stanno fra loro in ragion sudduplicata dell' altezze delle superficie superiori dell' acqua delle conserve.

Per poter trovar facilmente col calcolo tutte le quantità d' acqua, che escono dalle conserve di qualunque altezza, io ho scelto un altezza mezzana, a cui si possano rapportare facilmente tutte l' altre; quest' altezza è 13. piedi, ed ho trovato con più esperienze esattissime, che un foro rotondo di 3. lin. di diametro, situato 13. piedi sotto il pelo dell' acqua d' un largo tubo, dava un pollice; cioè che in 1. minuto escivano 14. pinte, misura di Parigi, di quelle, che pesano 2. libbre, e delle quali 35. formano il piede cubo.

L' esperienze ne sono state fatte così: Il tubo era ricurvo da piede, ed aveva un piccol ricettacolo C (*Fig.* 71. *Tav. III.*) che conteneva quasi 30. pinte; in G eravi un foro di 3. linee, e tale era il suo diametro, che le due punte del compasso, la cui apertura era 3. linee appunto, entravano precisamente senza toccarne gli orli, e senza lasciar spazio. DEGF è una linea orizzontale, in cui era il foro G; la distanza da D a C, ove era il pelo dell' acqua nel ricettacolo, era 13. piedi; si erano misurate 14. pinte in tre vasi, e si versavano in maniera, che l' acqua restava sempre al segno B, fatto all' altezza C, in un lato del vaso, ed allorchè nel versare l' acqua, ella restava più bassa qualche linea, se ne versava un po' più presto, sicchè passasse il segno di altrettante linee in circa; si teneva chiuso il foro G con un dito, e si metteva in moto un pendolo a secondi: chi teneva chiuso il foro, cominciava ad aprirlo al principio d' un secondo, e contava i secondi di seguito, dicendo; o, 1, 2, 3, ec. Quelli che versavano l' acqua, osservavano bene, che l' acqua fosse precisamente all' altezza del segno, quando si cominciava a contare, e finivano di versare le lor 14. pinte tra o", e il 60". Feci quest' esperienza in altra maniera per evitare il dubbio dell' ineguaglianza dell' acqua, che si versava; posi 7. pinte nel vaso da un segno H, ad un altro L, in egual distanza dal punto B; si teneva l' apertura chiusa finchè si cominciassero a contare i secondi, e si osservava, che il pelo dell' acqua fosse al punto L.

E' facile il giudicare, che in quest' erogazione, esciva sensibilmente tant' acqua, quanta ne sarebbe escita, se ella fosse restata sempre all'

all' altezza mezzana B di 13. piedi, perchè se ell' esciva con più velocità, essendo in L, esciva poi con minore, essendo in H, nella stessa proporzione.

L' esperienze ch' io ho fatte a grand' altezze, come di 35. piedi, diedero quasi $\frac{1}{17}$, ò $\frac{1}{18}$ meno della ragione sudduplicata di 13. piedi a quest' altezze, e quelle che ho fatte all' altezza di 6. ò 7. piedi davano un po' più; lo che nasce dallo sfregamento maggiore, o minore con gli orli del foro di 3. lin., e dalla maggiore, ò minore resistenza dell' aria: ma siccome queste differenze sono poco considerabili, si posson fare i calcoli precisamente, secondo la regola della ragione sudduplicata. Ecco una Tavola delle quantità dell' acqua, che danno le conserve di differenti altezze fino a 52. piedi da uno zampillo di 3. lin. di diametro.

Tavola dell' erogazioni d' acqua in un minuto, da uno zampillo di 3. lin. di diametro, situato a differenti altezze sotto il pelo dell' acqua nel vaso.

Altezze de' vasi.	Quantità dell' acqua.
Piedi 6.	Pinte 9 $\frac{1}{2}$
9.	11 $\frac{2}{3}$
13.	14.
18.	16 $\frac{1}{2}$
25.	19 $\frac{1}{3}$
30.	21 $\frac{1}{3}$
40.	24 $\frac{1}{2}$
52.	28.

Ecco come ne ho fatto il calcolo; sia 2. piedi l' altezza del vaso; il prodotto di 2. per 13. è 26.; dunque la radice è 5 $\frac{1}{10}$ in circa; come 13 a 5 $\frac{1}{10}$, così 14. pinte a 5 $\frac{1}{2}$ in circa: d' onde si conclude, che un vaso alto 2. piedi per un foro di 3. linee, darà 5. pinte $\frac{1}{2}$ in un minuto.

Se l' altezza fosse 45. si prenderebbe la radice quadrata di 585. prodotto di 13. per 45.; questa radice è 24 $\frac{1}{10}$ in circa; dunque come 13, a 24 $\frac{1}{10}$, così 14. a 26. in circa, d' onde si conoscerebbe, che un vaso di 45. piedi, darebbe 26. pinte in un minuto per un foro di 3. linee.

Quando si applica a un vaso largo un tubo stretto, e questo perpendicolare, esce più acqua, che se non vi fosse il tubo, o vi fosse in fondo del vaso un apertura eguale al foro del tubo. Eccone alcune esperienze da me fatte. *Fig. 72. Tav. III.*

ABCD

ABCD è un vaso largo, ed alto 1. piede; si applica all' apertura E un tubo di vetro di 3. piedi, largo 3. linee di sopra, e 3 ½ di sotto verso F: se in E vi fosse stato solamente un foro di 3. lin. senza tubo, sarebbe escito in 60″ un po' meno di 4. pinte, secondo le regole superiori; e se fosse stato largo egualmente per tutto, come AB, essendo l' altezza GE 4. piedi, e l' apertura E 3. linee, avrebbe dato 8. pinte ½ in circa, per le medesime regole; ma essendovi il tubo, non ne diede se non una quantità, quasi media proporzionale tra le 4., e 8. pinte ½; la cagione, per cui n' esce più di ciò, che dovrebbe escire per 3. linee in F, si è l' accelerazione dell' acqua, che passa per il tubo, la quale crescerebbe secondo i numeri dispari, se vi fosse il solo tubo; ma ell' è trattenuta da quella che è nel vaso, e questo diminuisce la suddetta accelerazione, perchè ella non può separarsene; ma altresì l' acqua del tubo fa venir fuori quella che è nella conserva più velocemente, che non verrebbe, se non vi fosse aggiunto il tubo; e con questo mezzo si fa una velocità media nell' erogazione, che muta secondo la lunghezza, e la larghezza de' piccoli tubi.

Ho osservato in quest' esperienze, che essendo il tubo di larghezza disegaule nelle due estremità, come era quello dell' esperienza di sopra, il quale era da una parte 3. lin., e dall' altra 3. lin. ½, dava sempre la medesima quantità, qualunque fosse l' estremità, che s' univa al foro E; e ciò succedeva perchè tutta l' acqua si vuotava sempre nell' istesso tempo, rimanendo tutto il tubo pieno da una parte all' altra.

Ho fatta un altra simile esperienza; io aveva saldato un tubo di 6. piedi, largo 1. poll. all' apertura E d' un vaso, che conteneva un piede cubo, che essendo stato ripieno d' acqua, si vuotò con il tubo in 37″, ed avendo tagliato il tubo nel mezzo H, si vuotò in 45″, e tagliatolo in E, si vuotò in 95″; d' onde si vede, che la lunghezza del tubo è cagione d' accelerazione.

Un altro vaso, nel quale l' acqua era 4. pollici sopra il foro E di 4. linee, ov' è unito il tubo EF, ha dato, quando l' acqua vi era alta 2. piedi, 12. misure e ¼ di quelle delle quali non n' avrebbe date che 8 ½ coll' altezza di 4. pollici; e se il vaso fosse arrivato fino in F, ne avrebbe date fino a 18 ½; così questo è un medio proporzionale, che procede dall' accelerazione dell' acqua, che riempie sempre il tubo, e fa scender più presto l' acqua per E, ma non però tanto presto, come se il vaso avesse 28. pollici d' altezza: si son trovate appunto queste 8. misure e ½, non avendo il medesimo tubo, che un pollice d' altezza, per il che poca era l' accelerazione: un altro tubo di 4. piedi fece quasi l' istesso effetto; egli era largo 4. linee da una parte, e 4 ½ dall' altra: si adattò al foro E in due differenti situazioni, e diede la

stessa

ſteſſa quantità d' acqua, ſe non che pareva, che eſſendo le 4. linee in E, e le $4\frac{1}{2}$ in F, n' eſciſſero 3. ò 4. cucchiaiate di più.

Má avendo applicato un tubo ſtretto, lungo piedi $2\frac{1}{2}$, con un foro di $\frac{1}{4}$ di linea, non n' eſcì $\frac{1}{8}$ di più, quando il tubo era della ſua lunghezza, che quando egli era ſolamente lungo un pollice, lo che procede dallo sfregamento, che ſi fa lungo il tubo ſtretto, che impediſce all' acqua l' accelerar la ſua velocità nel cadere.

DISCORSO III.

Della miſura dell' acque, che eſcono da zampilli di differenti grandezze.

SI è veduto nel terzo Diſcorſo della Parte II., che l' acque che eſcono con velocità eguali da aperture differenti, facevano equilibrio, mediante la lor percoſſa, con peſi, che ſtavano fra loro in ragion duplicata de' diametri dell' aperture. L' iſteſſo ſi dee dire riſpetto alla quantità d' acqua, che eſce da zampilli differenti, poſti ne' vaſi di differenti altezze, cioè, che queſti danno quantità di acqua, ſecondo la ragion duplicata de' diametri de' fori; lo che, così ſi dimoſtra. *Fig.* 73. *Tav. III.*

DIMOSTRAZIONE.

AB è un piano con un foro rotondo ef; CD è un altro piano con un altro foro più piccolo gh; IL è un cilindro, che paſſa tutto per il foro ef in un tempo determinato, come di 2", con una velocità uniforme; MN è un altro cilindro di lunghezza eguale, la cui baſe però è più piccola, che paſſa però tutta per il foro gh nel tempo ſteſſo di 2"; egli è chiaro, che ſe il diametro ef del cilindro IL, che è l' iſteſſo del foro, è doppio del diametro gh, il cilindro maggiore ſarà quadruplo dell' altro, poichè ſtanno fra loro come le baſi, ciaſcuna delle quali ſi ſuppone eguale al foro per cui paſſano: pertanto, ſiccome eſſi hanno la ſteſſa velocità, quando la metà del cilindro grande ſarà paſſata, lo ſarà ancora la metà del piccolo, e ciò che ſarà paſſato di ambedue, ſtarà ſempre in ragione di 4. a 1: dunque ſe ſi ſuppone, che queſti cilindri ſieno getti d' acqua d' egual velocità, paſſerà ſempre nell' iſteſſo tempo il quadruplo più d' acqua per il grande, che per il piccolo, che è appunto la ragion duplicata de' diametri de' fori, e così riſpetto all' altre proporzioni; per confermare queſta regola, ne ho fatte le ſeguenti eſperienze.

ESPERIENZA I.

Una conserva, che aveva l' acqua all' altezza di pied. 12. poll. 4., diede, da un foro di 3. linee ben misurate, 14. pinte in 61" $\frac{1}{2}$, mantenendolo pieno; e da un foro di 6. linee ben misurate, diede la stessa quantità d' acqua in 15" $\frac{1}{2}$, che è quasi la proporzione duplicata de' diametri: perchè n' avrebbe dovute dare 56. pinte $\frac{1}{2}$, quasi nel tempo di 62".

ESPERIENZA II.

Una conserva alta 24. piedi, e 5. pollici, diede la prima volta per la stessa apertura di 3. linee, 14. pinte, in 44" $\frac{1}{2}$, ed un altra volta in 45"; ed un foro di 6. linee diede l' istessa quantità in 11" $\frac{1}{4}$ in circa; e reiterata l' esperienza, escì l' istessa quantità d' acqua in 11" precisamente. Con queste due esperienze, e con molte altre simili, fatte in mediocri altezze da' 5. piedi fino a' 27., si è trovato, che i differenti fori davano quantità d' acqua sensibilmente molto prossima alle lor superficie; onde si può far uso della seguente regola.

Regola per l' erogazione dell' acque zampillanti.

I getti d' acqua fatti per diversi fori sotto eguali altezze, danno quantità d' acque proporzionali a' fori, ovvero in ragion duplicata de' diametri de' fori.

Tavola delle quantità d' acqua, che escono in un minuto da differenti zampilli rotondi, essendo l' acqua nella conserva all' altezza di 13. piedi.

	Diametri.	*Quantità d' acqua.*
Da uno zampillo di lin.	1.	Pinte 1 $\frac{10}{15}$
	2.	6 $\frac{2}{9}$
	3.	14
	4.	25. in circa
	5.	39.
	6.	56.
	7.	76 $\frac{3}{4}$
	8.	110 $\frac{2}{9}$
	9.	126.
	12.	224.

Se vogliamo servirci del calcolo de' pollici, si troverà, che il foro di 3. linee darà 1. poll.; quello di 6. lin., 4. pollici, e quello di 12. lin., 16. pollici.

Alcune cagioni impedifcono talvolta l'esattezza di queste regole, di maniera, che ben spesso i fori grandi danno un poco più in proporzione, che i più piccoli, e talora meno. Parimente le altezze maggiori danno talvolta un poco più di quel che porti la ragion sudduplicata, e talvolta un po' meno. Ne ho fatte le seguenti esperienze.

ESPERIENZA III.

Presi un tubo di $\frac{1}{2}$ pied. di diametro, alto 6. piedi in circa, in cima al quale era un tamburo, o conserva, che conteneva circa 12. pinte; in fondo v' adattai quella lamina forata d'un apertura di 12. linee, che aveva servito nelle prime esperienze, ed un altra, nel medesimo fondo, di 4. linee; il foro di 12. linee era distante un pollice in circa dall' orlo della base, e quello di 4. linee, pure un pollice; sotto a questo posi una gran tinozza, divisa in due ricettacoli disequali, e l'adattai in maniera, che l' acqua, che veniva dal foro di 4. linee, entrasse nel minor ricettacolo, e l' altra acqua, che esciva dal foro di 12. linee, entrasse nell' altro maggiore; pieno il tubo, si lasciava escir l' acqua da' 2. fori, e si levava in un tratto la tinozza; di maniera, che i due fori cessavano di buttar acqua sensibilmente nell' istesso momento; ho sempre veduto, che il foro maggiore, che dovea dare 9. volte più del minore, non ne dava, che sole 8. volte, ed 8. volte, e qualche cosa di più in altre esperienze. La cagione di quest' effetto è la stessa di cui si è parlato sopra, cioè che l' acqua non passa sì facilmente per il grande, come per il piccol foro; perchè dovendo il grande dar 9. volte più acqua, bisogna che quella, che dee succedere a quella che esce, venga da una circonferenza di quasi un piede, e la distanza d' un lato del tubo non era che 1. poll., e la più lontana, solamente 4. poll., lo che ritardava l' uscita, non potendo l' acqua superiore venir tanto presto, quanto sarebbe stato necessario; laddove nel piccolo foro bastava una distanza d' 1. poll. da tutte le parti, per somministrare prontamente l' acqua, che richiedevasi; e questa differenza produceva questo $\frac{1}{9}$ di differenza nelle quantità d' acqua passate, come appunto nell' esperienza d' un pollice, in cui il centro era 7. lin. più basso del pelo dell' acqua, che non dava più di 13. pinte $\frac{1}{3}$, laddove il foro di 6. linee dava $\frac{1}{4}$ di 15. pinte, essendo il centro del suo foro distante 7. lin. egualmente dal pelo dell' acqua superiore.

ESPERIENZA IV.

Per togliere all' acqua questa difficoltà nell' escire, si son fatte più esperienze in una gran botte, il cui fondo era tanto largo, che vi si adattava il foro di 12. linee alla distanza d' 1. piede dall' orlo più vicino, e si pose il piccol foro distante più d' un piede dal grande. Fattasi l' esperienza colla medesima tinozza divisa inegualmente, si trovò sempre, che il foro maggiore dava sempre meno di 9. volte più del minore, mancandone talvolta $\frac{1}{18}$, e talvolta $\frac{1}{20}$, cioè, se il piccol foro aveva dato una foglietta (*a*), il grande ne dava $8\frac{1}{2}$, ovvero 8. fogliette, e $\frac{3}{5}$: si misurarono esattamente di nuovo i due fori, e si trovò quella di 12. linee un poco più ardita in proporzione di quella di lin. 4.; almeno ci assicurammo, che ella non era più scarsa, e per conseguenza, che il difetto della quantità d' acqua, che dovea dare, non dependeva da questa cagione. Nell' esperienze fatte separatamente con fori differenti, i grandi danno ordinariamente più in proporzione de' piccoli: tre sono le cagioni, che possono contribuirvi.

La prima si è, che vi è più sfregamento ne' fori piccoli, che ne' grandi in proporzione: perchè le circonferenze de' fori diversi stanno fra loro in ragion de' diametri, laddove le quantità d' acqua ch' essi danno, stanno in ragion duplicata de' medesimi diametri: se si suppone pertanto, che l' acqua, mediante la sua viscosità, s' attacchi un poco agli orli de' fori, bisognerà per questo motivo sottrarre una qualche porzione dalla larghezza de' diametri. Per esempio da un foro di 3. linee, si può sottrarre $\frac{1}{10}$ di linea; per questo in un foro di 6. linee, quantunque il quadrato di 6. sia quadruplo del quadrato di 3., e benchè i fori rotondi sieno fra loro come i quadrati fatti sopra i diametri de' cerchi, nondimeno la circonferenza del foro, che ha 6. linee di diametro, sarà solamente doppia di quella, che ne ha 3. linee; per questo basterà sottrarne $\frac{1}{5}$ ò $\frac{2}{10}$ a cagione di questo impedimento; d' onde si vede, che i getti più ampj non son tanto ritardati, ed impediti quanto i piccoli, e danno più acqua a proporzione de' lor diametri.

La seconda cagione si è, che un sottil filo d' acqua trova maggior resistenza nell' aria nell' escire, che un più grosso, come succede alle palle di piombo più piccole, che non vanno tanto lontane quanto le grosse, benchè escano dall' istesso moschetto nell' istesso tempo.

La terza cagione è l' urto maggiore dell' acqua, che si versa per mantenere l' erogazione dalle aperture più grandi; perchè per mantener piena una conserva, da cui l' acqua esce per un foro di 4. linee, basta versar l' acqua adagio con un piccol vaso: ma quando il getto è lar-

(*a*) La foglietta, misura di Parigi, è una mezza pinta.

largo 12. linee, bisogna versarla in abbondanza, e molto presto; lo che dà un urto all' acqua, per cui ella passa più presto, che se fosse caricata dal suo solo peso; se ne è fatta l' esperienza ponendo orizzontalmente un apertura alta 1. poll., e lunga 4. pollici: la quale in 36″½, diede una quantità d' acqua, che non dovea dare se non nel quarto di 154″, cioè in 38″½, lo che procedeva dal versarsi l' acqua con gran forza per mantener quella ch' esciva; e quando anche non si mantenessero pieni i vasi, l' acqua scende molto più presto per un tubo largo 3. ò 4. pollici, quando il getto è grande, che quando egli è piccolo; lo che aumenta necessariamente la velocità dell' esito. Queste tre cagioni insieme unite, son talora un poco più forti della sola difficoltà nell' escire, e talvolta esse la eguagliano, quando si fanno l' esperienze separatamente con fori diversi.

Ecco alcune esperienze da me fatte con un foro di 3. linee, ed uno di 6.

ESPERIENZA I.

Essendo il foro di 3. linee, piedi 5 ½ sotto il peso dell' acqua, diede 14. pinte, di 2. libbre l' una, in 93″; ed il foro di 6. linee le diede in 23″, in vece di 23″¼.

ESPERIENZA II.

Un vaso alto 24. piedi, e un poco più, diede per un foro di 3. linee, 14. pinte in 44″½; e per un foro di 6. lin. diede l' istessa acqua in 11″, mantenendo sempre l' acqua nel vaso alla medesima altezza.

ESPERIENZA III.

Un foro di 3. linee sotto l' altezza di piedi 12 ⅓ diede 14. pinte mediocri in 61″½, mantenendo il vaso pieno, ed un foro di 6. linee diede l' istesso in 15″½.

ESPERIENZA IV.

Si fece un' segno nel tamburo, o conserva posta in cima d' un tubo, più alto del segno, che mostrava i 12. piedi, e 4. pollici; ed un altro segno altrettanto più basso, affinchè lasciando abbassar l' acqua dal segno superiore sino all' inferiore, producesse l' istesso effetto, come se si fosse mantenuto pieno all' altezza di 12. piedi, e 4. pollici; dal segno inferiore al superiore capivano nel vaso 13. pinte ½. Queste escirono da un foro di 3. linee in 58″, e da un foro di 6. linee in 15″, in vece di 14″½.

ESPERIENZA V.

Essendo l' acqua nel vaso alta 24. piedi, e 3. pollici, e al segno di mezzo, diede per un foro di 3. linee 14. pinte in 44″ ½, e per un foro di 6. linee in 12″ ½ in circa, e lasciando escire le 13. pinte ½ dal segno superiore, impiegarono 42″ per le tre linee, e 10″ ½ per le 6. linee: quest' ultima esperienza mostra le proporzioni eguali, come la decima.

Si è trovato quasi l' istesso in un vaso di 35. piedi.

Da queste differenti esperienze si vede, che senza temere alcun notabile errore si può seguitare la Decima Regola, e che le cause opposte si compensano esattamente nel far l' esperienze.

Relativamente alla ragion sudduplicata dell' altezze de' vasi, vi sono due cagioni, che la diminuiscono, e due che l' aumentano.

Quelle che la diminuiscono, sono l' aria, che resiste più in proporzione ad una gran velocità, che ad una piccola, e lo sfregamento maggiore con gli orli degli zampilli.

Quelle che l' aumentano sono quelle stesse, che qualche volta cagionano, che i fori grandi dieno più acqua in proporzione de' piccoli, cioè, che bisogna versar l' acqua per mantenere i vasi pieni ad una grand' altezza, con una forza maggiore, che ne' piccoli; e che l' acqua scende più presto quando si lascia escire.

Queste cause si compensano fra loro esattamente: ma succede il più delle volte, che nelle grand' altezze si trovi meno di quello che porta la ragione sudduplicata: ma quando l' esperienze si fanno nell' istesso fondo d' un vaso, e contemporaneamente, i fori grandi danno sempre meno in proporzione de' più piccoli.

Il Torricelli ha dimostrato in un piccol Trattato, ch' egli ha fatto del Moto dell' acque, che se vi sia un vaso ABCD (*Fig. 74. Tav. III.*) con il foro E nel fondo, largo tra le 4. e le 5. linee, e l' acqua essendo alla linea AB, possa escire in 10. minuti senza aggiungervene, essa scorrerà spazj ineguali, scendendo in tempi eguali, di maniera, che se dividasi la linea BC in 100. parti eguali, nel primo minuto s' abbasserà per lo spazio di 19. di queste parti, nel secondo minuto di 17., nel terzo di 15. ec., e così di seguito secondo i numeri impari, fino all' unità, talmente che l' ultima parte si vuoterà nell' ultimo de' 10. minuti. La ragione di quest' effetto è fondata sulla prima regola spiegata di sopra, che le velocità dell' acque, che escono da' vasi, sono in ragione sudduplicata dell' altezze, e per conseguenza, ch' esse stanno fra loro, come l' ordinate d' una parabola ABC, cominciando dalla maggiore AB, e terminando nel punto C; dal che segue, che gli spazj passati

nel medesimo tempo dalla superficie dell' acqua A B, sono come i numeri impari per ordine, cominciando dal maggiore.

Da questo si tira una conseguenza, che se misurisi la quantità d' acqua contenuta nel vaso fino alla linea A B, ed ella esca in 10. minuti, n' escirà il doppio nel medesimo tempo, se si mantiene sempre il vaso pieno fino all' altezza A B; lo che accade, perchè se una goccia d' acqua fosse caduta in un certo tempo da B fino a C, e continuasse la sua velocità acquistata nel punto C, senza aumentarla, nè diminuirla, questa trascorrerebbe nel medesimo tempo uno spazio doppio di B C: ora l' acqua che esce sul principio dal foro E, ha una velocità eguale a quella, che avrebbe acquistata nel punto C la goccia cadente, e tutta l' acqua, che esce, ha sempre la medesima velocità, se questo vaso si mantien pieno; per questo in 10. minuti n' escirà il doppio di quella che esce, quando non si mantiene il vaso pieno, ed in 5. minuti tanta quanta il vaso ne contiene.

Ma l' istesso non succede quando questo tubo non è largo più che $\frac{1}{2}$ piede, e alto 2. ò 3. piedi, come il tubo A B C D (*Fig. 75. Tav. III.*) con un foro K di 6. linee: perchè la velocità dell' acqua, che scende nel tempo dello scarico, dà un impulso a quella che esce, il quale unito al peso dell' acqua, la fa scender più presto di quel che ella fa, quando, essendo il tubo molto largo, scende adagissimo; ho trovato più volte, che se l' acqua esciva tutta da un tal vaso in 4. minuti, mantenendolo poi pieno, n' esciva in due minuti altrettanta appunto, meno $\frac{1}{6}$; e se questo tubo conteneva 24. pinte, e queste si vuotavano in 4. minuti, n' escivano solamente 20. pinte in 2. minuti, mantenendolo pieno, e affinchè n' escissero 24. pinte, ci bisognavano 2', e 24'': Questa mancanza procede ancora dall' esser il getto più ritardato dallo sfregamento, e dalla resistenza dell' aria in proporzione, quando egli è veloce, che quando egli è lento, come si è spiegato sopra, e così egli è sempre egualmente ritardato da queste due cause, quando il tubo è mantenuto pieno: ma egli è molto meno ritardato, quando l' acqua è all' altezza L M, ed anche meno, quando s' è abbassata fino in F G. Egli è vero, che spesso si fa un vortice nell' acqua, ed allora ella sarà nel suo uscir ritardata, e potrà ricompensar l' effetto dell' acceleratione: questo vortice si fa, allorchè il foro non è nell' istesso piano, e quando l' acqua esce in un luogo un poco a traverso.

Nell' ultima esperienza da me fatta sopra questa materia, l' acqua era alta 10. pollici sopra un foro di 4. linee, fatto nel fondo interiore del vaso; io aveva situato accanto al foro, alla medesima altezza, un bastone lungo 10. pollici, divisi in 36. parti; la prima divisione vicina al foro era 1. di queste parti, la seconda era 3., la terza era 5., la quarta 7.,

ta 7., la quinta 9., e la sesta 11.: la prima divisione superiore si vuotò in 39″, le due seguenti nell' istesso tempo; la quarta in 36″ in circa, ed ognuna dell' altre due anco in minor tempo, quantunque l' acqua facesse allora un vortice; lo che nasceva dall' accelerazione della velocità dell' acqua, quand' ella avea passato il foro. La stessa proporzione s' osserva ancor molto minore, quando il foro è molto grande in proporzion dell' altezza, come se il suo diametro fosse $\frac{1}{4}$, ò $\frac{1}{5}$ del diametro della base del cilindro A B C D: perchè l' acqua escirà in grand' abbondanza, e per conseguenza s' accelererà molto la sua velocità nello scendere, ed urterà sì fortemente quella che esce, che ancorchè allora il suo peso sia minore, che quando ell' era in B A, questo impulso sorpasserà questo difetto, ed escirà più acqua dal foro K, quando la superficie superiore sarà giunta in H I, o L M, che quando ella era in A B. Questa verità si conoscerà facilmente, se si considera, che allorchè il tubo è tutto aperto, l' acqua superiore scende in tempi eguali secondo i numeri impari per ordine 11, 9, 7, 5, 3, 1, ec., e che quando il tubo è molto largo, ed il foro molto piccolo, ella scende secondo i numeri 7, 9, 7, 5, 3; d' onde ne segue necessariamente, che si possono proporzionare le altezze, le larghezze, ed i fori del tubo di tal maniera, che si faccia nell' erogazioni un temperamento di velocità qual più si vorrà, cioè a dire, che potremo far passare le due metà in due tempi eguali, e la terza parte più bassa si vuoti in un tempo tre volte minor del rimanente, e così dell' altre parti: ma allorchè l' acqua si sarà molto abbassata, come in F G, ella non s' accelererà di più, ma diminuirà sempre di velocità, perchè allora la pressione sarà scemata più della metà, e l' accelerazione cesserà necessariamente, scemando sempre fino alla fine. Si è fatto esperienza in un tubo di vetro alto 5. piedi, largo 10. linee, con un foro di 2. linee, diviso in 5. parti, che la prima di queste si passava in 7. misure di tempo, la seconda in 6., la terza in 6., e la quarta in 7. in circa, e l' altre in minor tempo, sempre scemando: d' onde ne segue, che in un tubo tale sonovi due luoghi differenti, l' uno verso la cima, e l' altro verso il mezzo del tubo, ne' quali l' acqua scende con la medesima velocità. Da questo si vede essere impossibile, che l' acqua scenda uniformemente per tutta l' altezza de' vasi cilindrici, qualunque si sieno le loro altezze, e larghezze, ed i fori, o zampilli; perchè se il peso, che essa ha in H I, unito all' urto della sua velocità, la fa escire con una certa velocità da K, l' urto dell' istessa velocità, s' ella la conservasse, unito al peso ch' ella ha in L M, che sarà la minore, la farà escire meno presto, e per conseguenza l' acqua superiore scenderà più adagio in L M, che in H I; d' onde ne segue, che se sul principio l' acqua su-

superiore scema di velocità, essa scemerà sempre sino alla fine.

Da ciò si potrà giudicare in quanto tempo potrà votarsi un vaso per una determinata apertura: poichè sia ABÇD una botte di Parigi (*Fig. 76. Tav. III.*) posta ritta, con un foro di 4. linee in E; l'altezza ordinaria del vino tra i fondi, che è 30. pollici, o piedi $2\frac{1}{2}$, moltiplicata per 13, fa $32\frac{1}{2}$, la cui radice prossima è $5\frac{12}{17}$; e come 13. a $5\frac{12}{17}$, così 14. a $6\frac{1}{6}$ poco più: dunque se il foro E fosse 3. linee, n'escirebbero, se il vaso fosse mantenuto pieno, 6. pinte $\frac{1}{6}$, in un minuto; ma essendo 4. linee, le superficie di questi fori sono come 9. a 16., dunque come 9, a 16, così $\frac{1}{6}$ a $10\frac{25}{27}$, cioè ad 11. poco meno; e se 11. pinte vengono da un minuto, qual tempo mi daranno 280? Si troveranno quasi 25. minuti $\frac{1}{2}$, mantenendo sempre il vaso pieno d'acqua: dunque in conseguenza di ciò che si è detto di sopra, bisognerà un doppio tempo, cioè 51. minuto per vuotarlo: ed essendo il foro picciolissimo in proporzione della larghezza, le convessità AGD, BFC non faranno differenza notabile in questo calcolo.

Torna bene scioglier quì un problema molto curioso, che il Torricelli ha proposto, ma non si è provato a sciogliere. Questo è di trovare un vaso di tal figura, che avendo in fondo un piccol foro, l'acqua scendendo, passi altezze eguali in tempi eguali. Se nella figura conoidale (*Fig. 77. Tav. III.*) BL sta a BN, come il quadrato-quadrato di LM al quadrato-quadrato di NO; e BN a BH, come il quadrato-quadrato di NO al quadrato-quadrato di HK, e così di seguito; l'acqua scenderà uniformemente da ADC fino al foro B: poichè sia BP la media proporzionale tra BD, BH; essendo i quadrati-quadrati di KH, DC fra loro come l'altezze BH, BD, i quadrati di HK, DC saranno in ragion sudduplicata di BH a BD, ovvero come l'altezze BP, BD: ma la velocità dell'acqua, che esce in B mediante il peso dell'altezza BD, sta alla velocità di quella, che esce mediante il peso dell'altezza BH in ragion sudduplicata di BD a BH, cioè come BD a BP: dunque la velocità dell'acqua, che scende in H, è alla velocità dell'acqua, che scende in D, come il quadrato di HK al quadrato di DC: Ma la superficie circolare dell'acqua in H sta alla superficie circolare dell'acqua in D, come il quadrato di HK al quadrato di DC: dunque ambedue esciranno, e scenderanno egualmente presto. E se la superficie ADC s'abbassa in 1'', anche la superficie GHK s'abbasserà in 1'', essendo le quantità come le velocità. L'istesso accaderà all'altre superficie in E, in F ec. Ma bisogna, che il foro in B sia picciolissimo, affinchè non si faccia accelerazione notabile, e l'acqua non esca sensibilmente, se non in proporzione del suo peso. Un tal vaso può servire di Clepsidra, o Orivolo d'acqua.

SPIE-

SPIEGAZIONE IN NUMERI.

Sia DB 16. e BI l' unità: il quadrato-quadrato di IR sarà l' unità, se il quadrato-quadrato di DC è 16, e per conseguenza DC sarà 2, se IR è 1. Sia BH media proporzionale tra BI, e BD, che sarà 4. per conseguenza: la velocità mediante il peso IB sarà 4, se la velocità mediante il peso DB è 16: ma il cerchio, o la superficie IR sarà 1, ed il cerchio DC sarà 4: dunque queste quantità saranno come le lor velocità, e per conseguenza nel tempo stesso si abbasseranno le superficie, o i cerchi DC, IR; e se bisogna 1'' di tempo, perchè si sbassi la superficie IR, nel medesimo tempo con una velocità quadrupla s' abbasserà una superficie quadrupla, cioè la superficie DC, che è quadrupla dell' altra. La medesima proporzione si troverà in tutte l' altre superficie, componenti il corpo tutto dell' acqua, o ne' solidi d' un altezza infinitamente piccola. Si suppone in tutte queste esperienze, che nell' acqua non si facciano vortici, nè piccoli vuoti, come accade negli imbuti, che si vuotano.

R E G O L A.

Se vi sieno due tubi AB, CD (*Fig.* 78. *Tav. IV.*) d' altezza eguale, e di larghezza diseguale, qualunque sia questa ineguaglianza; ed esca l' acqua da' lor fondi per eguali aperture, non escirà più acqua dal tubo stretto, che dal largo nello stesso tempo, mantenendoli pieni, purchè il tubo meno largo abbia un diametro quadruplo in circa del foro, da cui esce l' acqua, e l' acqua non abbia ne' tubi un moto circolare: perchè escendo l' acqua da fori eguali, alzerà pesi eguali, per ciò che si è detto di sopra; dunque ambedue avranno egual velocità, e per conseguenza esciranno quantità d' acqua eguali nell' istesso tempo.

Se vi sia dunque una conserva di 100. piedi di diametro, ed una d' un piede dell' istessa altezza, che abbiano in fondo, o per fianco fori eguali, posti sotto altezze d' acqua eguali, esciranno da ambedue nell' istesso tempo eguali quantità d' acqua.

Si fa quì una dimanda, cioè, se si abbiano due tubi, larghi un pollice, e d' altezze diseguali, l' uno per esempio di 5. piedi, l' altro di 10., e s' empiano d' acqua, daranno ambedue eguali quantità d' acqua nel medesimo tempo? Si risponde, che ne danno sensibilmente tanta l' uno, quanta l' altro, perchè l' acqua in ambedue cade egualmente presto, come cadono due cilindri diseguali dell' istessa materia nel principio della lor caduta; poichè l' aria resiste pochissimo all' uno, ed all' altro, ed essi sensibilmente s' accelerano egualmente secondo i numeri impari: dunque se in un dato tempo escono 6. piedi d' acqua dall' u-

dall' uno, altrettanta n'efcirà dall' altro. Che fe riftringafi il tubo grande nella fua bafe fino a 4. linee, nel primo quarto di fecondo, quefti darà più acqua, che fe foffe tutto aperto: eccone il calcolo.

Il prodotto di 13. per 52. è 676., la cui radice è 26; come 13. a 26, così 14. pinte a 28; dunque in un minuto quefto foro darà 28. pinte, ò 56. libbre; e per un foro di 4. linee, libbre 99 $\frac{1}{2}$, ed in 1″ 26 once $\frac{1}{2}$ in circa, ed in $\frac{1}{4}$ di fecondo once 6 $\frac{1}{2}$. Ma in $\frac{1}{4}$ di fecondo il cilindro d' acqua non fcende che $\frac{1}{4}$ di piede, che in una larghezza di 1. pollice non fanno che un poco più di 4. once; dunque in $\frac{1}{4}$ di fecondo fon efcite dal cilindro grande 2 once $\frac{1}{2}$ d' acqua più dal foro di 4. linee, che dal piccol cilindro tutto aperto.

DISCORSO IV.

Della mifura dell' acque correnti in un acquidotto, o in un fiume.

PEr mifurar l' acqua corrente in un acquidotto, o in un fiume, che non fi poffa raccogliere in un vafo, ci ferviremo del metodo feguente. Si metterà fopra l' acqua una palla di cera con entro una qualche materia un poco più pefante, di maniera che di quefta palla di cera, pochiffima ne refti fopra il pelo dell' acqua, perchè non fia dominata dal vento, e dopo aver mifurata una lunghezza di 15, ò 20 piedi dell' acquidotto, fi vedrà con un pendolo di mezzi-fecondi in quanto tempo la palla di cera trafportata dalla corrente dell' acqua, fcorrerà quefta diftanza; dipoi fi moltiplicherà la larghezza dell'acquidotto per l' altezza dell'acqua, e quefto prodotto per lo fpazio percorfo dalla palla di cera; l' ultimo prodotto, che è folido, moftrerà tutta l'acqua, che farà paffata nel tempo notato per una fezione dell' acquidotto; per fare queft' operazione con efattezza, bifogna che il fondo dell' acquidotto abbia l' ifteffo pendio della fuperficie dell' acqua, che vi paffa, e di più fi fuppone, che l' acqua abbia la fteffa velocità nel fondo, nella fuperficie, e dalle parti.

ESEMPIO.

Si fuppone un acquidotto largo 2. piedi, in cui l' acqua fia alta 1. piede, e che in 20″ di tempo la palla di cera abbia fatto 30. piedi, cioè un piede e mezzo per fecondo; ma perchè l' acqua va più adagio in fondo, che di fopra, non bifogna prender più di 20. piedi; farà dunque un piede per fecondo; il prodotto di 1. piede d' altezza per 2. piedi di larghezza è 2., che moltiplicato per 20. di lunghezza, dà 40. pie-

piedi cubi, ò 40. volte 35. pinte d' acqua, che fanno 1400. pinte in 20"; e se 20" danno 1400., 60" daranno il triplo, cioè 4200. pinte, e dividendo 4200. per 14, che è il numero delle pinte date da un pollice d' acqua in un minuto, o in 60', sarà il quoziente 300, che sarà il numero de' pollici, che darà l' acqua dell' acquidotto.

Si calcolerà facilmente in questa maniera il numero de' pollici che dà la Senna: poichè passando in un minuto sotto il Ponte Rosso 200000. piedi cubi d' acqua, se si moltiplichi questo per 35, che è il numero delle pinte contenute in un piede cubo, avremo 7000000. pinte, che divise per 14. danno 500000, che è il numero de' pollici, che dà la Senna, quando ell' è mediocremente alta.

Se si vogliano calcolare aperture grandi, come di una tesa quadrata, bisogna considerare l' altezza della superficie dell' acqua sopra il mezzo della tesa; sia, per esempio, l' altezza dell' acqua al disopra della tesa 5. piedi, vi saranno dunque 8. piedi fino al mezzo della tesa.

Il prodotto di 8. per 13. è 104, la cui radice quadrata è $10\frac{1}{5}$ in circa; come 13 a $10\frac{1}{5}$, così 14 a 11 prossimamente; e perchè un pollice rotondo è 16. volte più grande, che un rotondo di 3. linee, un pollice premuto da 8. piedi, darà 16. volte 11. pinte, ovvero 176. pinte, che divise per 14. danno 12. poll. $\frac{4}{7}$ per un' apertura del diametro d' un pollice. Un foro rotondo d' un piede di diametro dà 144. volte di più; il prodotto di $12\frac{4}{7}$ per 144, è 1810; il piede rotondo darà dunque 1810. pollici. La tesa rotonda contiene 36. volte un piede rotondo, il prodotto di 36. per 1810. è 65160; come 11. a 14, così 65160. a 82930: dunque la tesa quadrata sotto l' altezza di 5. piedi, darà 82930. pollici.

Da questo si conoscerà, che se si fosse trattenuta la Senna, allorchè ell' è un poco più che mediocre, sicchè ella s' alzasse di pelo 8. piedi sopra un' apertura quadrata di 10. piedi, e larga 18. piedi, ella vi passerebbe tutta: perchè dalla superficie dell' acqua trattenuta fino al centro del cerchio di 10. piedi di diametro, vi sarebbero 13. piedi d' altezza, ed essa darebbe da un foro di 3. linee di diametro, un pollice; per un pollice di diametro ella darebbe 16. pollici; per un piede, 144. volte 16. pollici, che sono 2304. pollici; e moltiplicando questo numero per 100. quadrato di 10. piedi, che è la larghezza del foro, si avrebbero 230400; e secondo la proporzione del cerchio al quadrato circoscritto, che è di 11. a 14, si troverebbero 293236. pollici quadrati in circa, ed aggiungendovi 8. piedi in lunghezza, si avrebbero più di 500000. pollici, che è ciò che dà la Senna essendo in stato mediocre, come si è detto di sopra; e per conseguenza ella passerebbe tutta per un apertura quadrata, che fosse larga 18. piedi, ed alta 10.

Se

Se l'acqua ſcorre per un acquidotto, o per un canal di fiume con una piccola inclinazione uniforme, acquiſterà in un mediocre ſpazio una velocità, che non creſcerà di più: perchè lo sfregamento delle ſponde, e del fondo del canale, ed il ravvolgerſi l'acqua ſottoſopra, e la reſiſtenza dell'aria contro le piccole ondate ſuperficiali, le fanno perdere una parte della ſua velocità; e per conſeguenza non può accelerarſi ſe non fino ad un certo grado di velocità, quale ella acquiſta in poco tempo: d'onde ne ſegue, che ſe un fiume ha corſo uno ſpazio molto lungo con un certo pendio, e queſti dipoi corra per un minore, cioè per un piano meno inclinato, ſcemerà di velocità: perchè avendo eſſo acquiſtato nel primo pendio tutta la velocità, che vi poteva acquiſtare, e che non avrebbe potuto acquiſtare in un minore, neceſſariamente dovrà ſcemare di velocità a poco a poco in queſto pendio, che è minore, finchè ſia ridotto a quella velocità, che e' vi può acquiſtare.

PAR-

PARTE QUARTA.

Dell' altezza de' Getti.

DISCORSO I.

Dell' altezza de' Getti perpendicolari.

ABbiamo fatto veder di sopra, che i getti deono risalire all' altezza delle conserve; ma che lo sfregamento con gli orli degli zampilli, e la resistenza dell' aria erano causa, che i getti molto alti non risalissero a un gran pezzo all' altezza delle conserve.

Per bene spiegar le regole da seguitarsi nel calcolare l' altezze de' getti, secondo l' altezze dell' acqua ne' vasi, son da considerarsi le seguenti regole.

REGOLA I.

Quando i tubi, che buttan l' acqua, son sufficientemente larghi, quanto più lo zampillo è largo, tanto più spinge lontano il getto. Se ne fa esperienza facilmente, facendo per fianco vicino al fondo inferiore d' una botte ritta 5. ò 6. fori differenti all' istessa altezza orizzontale, per esempio di 1. linea, di 2. lin., di 4. lin., di 6. lin., di 10, di 12. ec.: si vedrà, che il foro più largo spingerà l' acqua sempre più lontana, purchè i fori sieno alla stessa distanza dal pelo dell' acqua. L' istesso accaderà ne' tubi larghi 3. ò 4. pollici, purchè il foro non ecceda un pollice di diametro.

La cagione di quest' effetto è facile a spiegarsi, considerando ciò che dee succedere a due palle di legno di differente calibro: perchè essendo fra loro in ragion triplicata de' lor diametri, i lor pesi saranno pure nella stessa ragione; come anco la forza di esse per vincere la resistenza dell' aria: e per conseguenza se si scagli con la medesima velocità una palla di 2. linee di diametro, ed un altra di 4., quest' ultima anderà più lontano. Se ne vede l' esperienza, mettendo in un arme a fuoco della polvere di piombo, de' pallini, e delle palle; poichè quantunque esca tutto ciò con l' istessa velocità, i pallini vanno molto più lontani della polvere di piombo, e le palle molto più lontano de'

pal-

pallini; e per l'istessa ragione una palla di cannone anderà più lontano d'una piccola palla del medesimo metallo spinta con l'istessa forza. Egli è vero, che se nella conserva l'acqua non è alta più di 2. ò 3. piedi, un getto d' 8. linee non differirà sensibilmente da un getto di 10. ò 12. linee, ed uno di 4. linee anderà sensibilmente tant' alto, quanto uno di 6. linee; ma la differenza sarà notabilissima ne' getti alti 30, 50, 60 piedi, e più.

REGOLA II.

L' altezze de' getti, paragonate coll' altezze dell' acqua nelle conserve, diminuiscono in ragion duplicata dell' altezze, alle quali i getti s' inalzano. Fig. 79. Tav. IV.

Sia ABC un vaso, o tubo zampillante dal foro D, e sia l'altezza dell'acqua nel tubo successivamente A, ed E: dico, che se la linea EH è il difetto del picool getto fino ad E, e GA il difetto del getto maggiore fino ad A, AG starà ad EH in ragion duplicata di DH a DG.

Poichè, supponghasi, che il peso dell'aria stia al peso dell'acqua, come 1. a 600, o per facilità di calcolo, come 1. a 60., e che una sola goccia, o particella d'aria sia incontrata subito all' escir dello zampillo dalla prima goccia d'acqua del getto, e che dipoi questa salga liberamente come nel Vuoto. Egli è evidente da ciò che è stato dimostrato nelle regole del moto de' corpi, che si percuotono, che la gocciola d'acqua perderà $\frac{1}{61}$ della sua velocità, se questa velocità è espressa da 61. Sia dunque DE 61, e DH 60, e la gocciola sia ritardata di $\frac{1}{61}$, cioè di EH. Sia frattanto l'altezza DA; la velocità della goccia starà alla sua prima velocità in ragion sudduplicata di DE a DA, e questa goccia per l' incontro d'una particella d'aria perderà ancora la 61.ma parte della sua velocità, e perderà una parte proporzionale ad HE in ragione di DE a DA: Sia AL questa diminuzione, starà DE a DH come DA a DL: ma siccome si è supposta una particella d'aria per lo spazio DE, vi saranno tante particelle d'aria per lo spazio DA, a proporzione, che DA, o DG è maggiore di DE, o DH, e diminuendo ciascuna particella sensibilmente l'altezza della goccia d' acqua nella medesima proporzione, sarà questa una seconda ragione eguale alla prima, e per conseguenza stando AL ad AG, come DE a DA, o HE ad AL; AG sarà il difetto dell' altezza dell' elevazione della goccia d'acqua; ma essendovi molte particelle d'aria tra D, ed E, ciascuna delle quali ritarda il moto della gocciola nelle medesime proporzioni, il moto della goccia nello spazio DE sarà molto più ritardato, che per l' incontro d'una particella sola, come si era supposto. Ma si posson considerare tutti questi spazi d'aria, come se fossero una

sola

sola particella, e lo spazio d'aria DA sta ancora nella medesima proporzione, che DA a DE, e per conseguenza bisogna aggiungere una seconda ragione eguale alla prima; d'onde ne segue, che se AL sta ad AG in ragion duplicata di DE a DA; GA sarà il difetto del getto sotto l'altezza dell'acqua della conserva DA, se EH è quegli dell'altezza DE; lo che bisognava dimostrare.

ESEMPIO.

Sia DA quadruplo di DE, la velocità del getto d'acqua premuta da DA sarà doppia di quella del getto d'acqua premuta da DE; se prendasi dunque, come sopra, l'altezza DE per 61, l'altezza DH sarà 60; e siccome la velocità del getto maggiore è doppia, e dee alzarsi ad un altezza quadrupla, perderà, per l'incontro dell'aria, che è in DE, 4. volte l'altezza HE; cioè, in vece che il getto s'alzi a DA 244, non s'alzerà che fino a DL 240: ma essendo diviso lo spazio in 3. parti eguali, sarà ciascuna eguale a DE, e se la prima fa perdere l'altezza AL, la seconda ne farà perdere nella medesima proporzione tanta, quanta le parti differenti di DE ne fanno perdere al primo getto: poichè, in qualunque parte del getto, la velocità del maggiore è sempre doppia di quella del primo; perchè vi è sempre da passare uno spazio quadruplo dello spazio dell'altro; perderà dunque, oltre la prima parte, anche tre altre parti eguali LM, MN, NG: e posta AL 4, AG sarà 16; e per conseguenza il difetto AG, starà al difetto EH in ragion duplicata di DE a DA; e se EH è 1. poll., GA sarà 16. pollici.

Lo sfregamento altera un poco queste misure, e la complicazione degli spazj dell'aria, che resiste: poichè ne' getti grandi mancherà molto, affinchè lo spazio d'aria trascorsa sia in ragione dell'altezze delle conserve; lo che dee diminuire un poco questo difetto, ed è l'altezza de' getti, quella che deesi considerare; e così se DH è 60, DG sarà 240, essendo il piccol tubo 61. piede, ed il grande 256.

Su questo supposto sarà facile calcolare l'altezze de' getti per tutte l'altezze delle conserve, conoscendone una sola, come quella d'una conserva di 5. piedi, la quale, come in molte esperienze si è trovata, manca d'un pollice. Se si ha per principio adunque, che un getto di 5. piedi, la cui acqua non sia impedita, e possa scorrer liberamente nel tubo, debba avere il pelo superiore nel vaso alto 5. piedi, e 1. poll., un getto di 10. piedi avrà la sua altezza nel vaso a 10. piedi; 4. poll.; uno di 15. piedi, a 15. piedi 9. poll.; uno di 20. a 20. piedi, 16. poll., e così di seguito, secondo l'ordine de' quadrati. Non si fa quì il calcolo diminuendo l'altezze delle conserve: perchè se si fosse preso un vaso di 100. piedi, bisognerebbe scemarne 400. pollici, cioè pie-

piedi 33 $\frac{1}{3}$; uno di 200. piedi avrebbe di diminuzione quasi 133. piedi; ed uno di 400. piedi il quadruplo di 133. piedi, cioè 532, e per conseguenza non salirebbe; lo che è impossibile: perchè i getti fino a quest' altezza devono sempre aumentare: ma bisogna porre, che l' altezza nella conserva d' un getto di 200. piedi, sia a 333. piedi, ed un getto di 400. piedi, sia a 932. piedi.

Per tutte le differenti altezze potrà farsi uso della Tavola seguente.

Altezza del getto.		*Altezza del vaso.*			
Piedi	5.	Piedi	5.	Poll.	1.
	10.		10.		4.
	15.		15.		9.
	20.		20.		16.
	25.		25.		25.
	30.		30.		36. ovvero pied. 33.
	35.		35.		49.
	40.		40.		64.
	45.		45.		81.
	50.		50.		100.
	55.		55.		121.
	60.		60.		144. ovvero pied. 72.
	65.		65.		169.
	70.		70.		196.
	75.		75.		225.
	80.		80.		256.
	85.		85.		289.
	90.		90.		324. ovvero pied. 117.
	95.		95.		361.
	100.		100.		400.

Così il getto di 30. piedi avrà 33. piedi d' altezza d' acqua nella conserva; quegli di 60. piedi, 72. piedi; quegli di 90. piedi, 117. piedi; quegli di 100. piedi, 133. piedi $\frac{2}{3}$; quegli di 120. piedi, 168. piedi: non è necessaria una tavola più lunga, perchè ordinariamente non si fa un altezza di 168. piedi; ed un getto di 120. piedi si dissiperebbe, attesa la sua forza, in piccole gocciole invisibili, come quelle della nebbia; i tubi potrebbero rompersi; e quando i tubi sono stretti, o il foro della chiave che si gira per far passar l' acqua è molto più stretto del rimanente del tubo, i piccoli getti son molto più difettosi, di ciò che richiedono le loro misure; ed allora esce una quantità d' acqua molto minore in proporzione dell' altezze de' vasi.

Si cal-

Si calcolerà allora l' erogazione dell' acqua secondo l' altezze delle conserve, alle quali convengono l' altezze de' getti; come, se un vaso di 30. piedi non dà che un getto di 20. piedi, mediante il difetto dell' impedimento del suo condotto, o d' altro, bisognerà allora calcolare l' erogazione dell' acqua, come se la conserva fosse alta piedi 21, poll. 4. con un condotto bastantemente largo.

Per conoscere le diminuzioni dell' altezze, maggiori della regola quando i fori son piccoli, ho fatte le seguenti esperienze.

Un getto per un foro di una linea, in un tubo alto 4. piedi $\frac{1}{2}$, era mancante quasi di 6. pollici.

In un tubo di 14. piedi, era mancante 3. piedi.

In uno di 27. mancava 8. piedi in circa; lo che mostra, che i getti stretti non si sollevano alla lor vera altezza.

Per conoscere senza calcolo l' altezza de' getti anco prima di farne esperienza, bisogna aver una palla di piombo, ed una di legno, ciascuna di 5. linee di diametro, e gettarle in aria colla medesima forza: se quella di piombo s' alza 27. piedi, e quella di legno 24 $\frac{1}{2}$, sarà segno, che una conserva di 27. piedi non farà alzare il suo getto più di 24. piedi $\frac{1}{2}$, per un foro di 5. linee: perchè quantunque la palla di legno sia più leggiera dell' acqua, il piombo ancora è un poco ritardato dall' aria; e se si scagli l' istesso piombo con una pallina di legno d' una linea, e percorra il piombo 14. piedi, e la pallina 11., sarà segno, che un getto di 1. linea col carico d' acqua di 14. piedi, non salirà più d' 11.

Per confermare questa regola sonosi fatte le seguenti esperienze. *Fig.* 80. *Tav. IV.*

Si prese un tubo largo 3. pollici, in cima al quale erasi saldato un tamburo del diametro d' un piede. La figura del tubo era ABCD, recurva in CD. Si pose nel vaso l' acqua a diverse altezze per far diverse esperienze.

Essendo l' acqua nel vaso a 24. piedi, 5. poll. sopra l' apertura D, il getto salì a 22. piedi, e 10. pollici; l' apertura dello zampillo era 6. linee; il quadrato di 22 $\frac{5}{6}$ è 521 $\frac{13}{36}$. Per questo noi facciamo, che come 25. quadrato di 5. sta a 521 $\frac{13}{36}$, così 1. pollice di altezza nel vaso sopra 5. piedi, stia a un poco meno di 21. poll., i quali deono essere aggiunti a 22. pied. poll. 10; per aver l' altezza del vaso, secondo le misure della Tavola precedente; lo che fa 24. piedi, e quasi 7. pollici; e questo s' accorda benissimo con l' esperienza.

Un getto di 4. linee coll' istessa altezza d' acqua nel vaso, non salì che a 22. piedi, poll. 8 $\frac{1}{2}$, e non fu più basso di 1. pollice, ovvero 1. poll. $\frac{1}{2}$ di quello, il cui zampillo era 6. linee: ma uno di 3. linee fu più

basso di quello di 6. linee, di quasi 8. poll., e non s' alzò più che a 22. piedi, e 2. pollici.

Un tubo di 12. piedi $\frac{1}{3}$ fece saltare il getto, a 12. piedi, e 6. linee, cioè un poco più di quel che dà la Regola.

Un altra conserva alta 5. piedi $\frac{1}{2}$, in un canale molto largo, essendo gli zampilli 3. linee, 4. lin., e 6. linee, i getti arrivarono quasi 15. linee sotto il pelo dell' acqua della conserva, e quegli di 3. linee non differiva da quello di 6. linee, che d'una linea in circa. Col calcolo, il quadrato di 5 $\frac{1}{2}$ è 30 $\frac{1}{4}$, e per la regola, 25. piedi sta a 1. pollice, come 30 $\frac{1}{4}$ a 1 $\frac{1}{5}$ poco più, lo che darebbe l' altezza della conserva, $\frac{1}{4}$ linea solamente minore dell' esperienza, lo che non è possibile ad osservarsi.

I piccoli getti nelle piccole altezze perdono molto poco per la percossa dell' aria; e non sono molto meno alti di quelli di 6. linee, purchè i tubi sieno sufficientemente larghi; la maggior lunghezza non aumenta punto l' altezza del getto, nè la quantità dell' erogazione dell' acqua, quando si mantengono i tubi pieni. Perchè il getto che può trattenere l' acqua, che dee escire, è sempre d' egual forza, e sostiene de' pesi secondo la grandezza dell' apertura dello zampillo.

Avendo il vaso 26. piedi, e 1. pollice d' altezza d' acqua, e il foro di 6. linee, il getto salì a 24. piedi, e 2. ò 3. pollici; e per la Regola, essendo il quadrato di 24 $\frac{1}{4}$, 588 $\frac{1}{6}$, come 25. sta a 588 $\frac{1}{6}$, così 1. pollice a 23. pollici $\frac{1}{2}$ in circa, che devono esser aggiunti a 24. piedi, e 2. pollici, per far l' altezza della conserva, che perciò sarà 26. piedi, 1. pollice $\frac{1}{2}$, come mostra l' esperienza.

La medesima altezza di conserva con uno zampillo di 10. linee, fece salire il getto a 23. piedi, e 9. pollici, e per uno zampillo di 3. linee s' alzò a 22 piedi. Nella prima di queste esperienze il difetto procedeva dall' esser lo zampillo troppo largo per un condotto di 3. pollici, e dall' esservi gran sfregamento, correndovi l' acqua con molta velocità; e nella seconda procedeva dalla piccolezza del getto, il quale dovendo attraversare molt' aria, era molto ritardato, e diminuito così d' altezza, come abbiamo spiegato nella I. e II. considerazione.

Essendo l' acqua nel vaso alta 35. piedi, meno $\frac{1}{4}$ pollice, per uno zampillo di 6. linee, il getto salì a 31. pied. e 8. ò 9. pollici; per la regola il quadrato di 31. pied. $\frac{2}{3}$ essendo 1002. in circa; e 25. sta a 1002, come 1. a 40. pollici in circa, cioè a 3. piedi, 4. poll., i quali aggiunti a 31. piedi, 8. pollici, fanno 35. piedi; così quest' esperienza è conforme alla Regola.

Nell' istessa conserva lo zampillo di 3. linee alzò il getto a 28. piedi; quegli di lin. 4, a 30. piedi; ed uno di 15. linee, a 27. piedi solamen-

mente per le medesime ragioni dette di sopra, cioè, perchè in quest' ultima esperienza il canale del tubo non era abbastanza largo in proporzione della grossezza del getto, e dell' erogazione dell' acqua; e nelle due prime, essendo grande l' altezza, l' aria resisteva troppo al piccol getto di 3. e 4. linee.

Ho fatto anche dell' esperienze con un vaso alto 50. piedi, ed i getti hanno seguitato l' istesse regole; lo zampillo di 6. ò 7. linee faceva i getti più alti.

Quando in cima d' un tubo di 50. ò 60. piedi, largo 3. pollici, vi è un vaso largo 1. piede, succede, che quando si lascia andare un getto di 9. ò 10. linee, non sale questi tanto alto, quanto richiederebbe l' altezza del vaso; perchè l' acqua del vaso non può scendere tanto presto dalle parti, che sono lontane dal foro, per entrar nel tubo, e vi si fa ordinariamente una specie d' imbuto, mettendosi l' acqua in vortice a cagione della troppo grand' erogazione d' acqua, che si fa per lo zampillo, unita allo sfregamento nel tubo, come abbiamo spiegato di sopra. Da ciò ne proviene un effetto molto sorprendente, ed è, che quando il getto è salito sul principio ad una altezza di 45. piedi, diminuisce, e non sale più di 44. piedi, e dipoi risale a 46. ò a 47, lo che avviene dopo che l' aria può entrare per l' apertura del tamburo: perchè allora, oltre l' accelerazione dell' acqua, che va più presto, l' altezza del getto si fa secondo l' altezza dell' acqua dal fondo del tamburo, e l' acqua non è più trattenuta dall' acqua superiore: questa ragione è confermata dalla seguente esperienza. *Fig.* 81. *Tav. IV.*

Feci fare il vaso ABCD alto 6. piedi, ed un piede sotto la bocca feci saldar di dentro una lamiera, rappresentata da EF, con un buco in G, di 8. linee di diametro. Vi versai l' acqua finchè cominciasse a escire dallo zampillo D, e chiuso questo, seguitai a empire il vaso. Per empirlo più presto, bisogna fare un piccol buco in K sotto F, asfinchè entrando l' acqua nella conserva per il foro G, possa facilmente escirne l' aria, e chiuderlo dipoi quando sia pieno il tubo fino in EF, per poter finire d' empire il vaso fino ad AB. Pieno questo, apersi il foro D, e sul principio salì il getto fino in I, e diminuì a poco a poco, fino che l' acqua del vaso calò sotto la lamiera EF; ed allora l' acqua s' alzava fino verso K.

La cagione di quest' effetto è la stessa, che quella della maggiore erogazione d' acqua, allorchè ad un vaso largo si pone un tubo stretto: perchè allora l' acqua esce per il cilindro d' acqua GLMD, come se fosse questi un tubo, non avendo l' acqua rimanente, moto considerabile a motivo della lamiera: ma quando l' acqua è sotto G, e l' aria comincia a passarvi, tutta l' acqua EFM liberamente agisce sopra D,

ed il getto dee salire quasi fino ad F. Più maraviglioso ancora sarà l' effetto, se il foro D è 6. ò 7. linee, ed il foro G 3. ò 4; perchè il getto non passerà sul principio il punto N, e scemerà fino in O, e giunta l' acqua sotto G, risalirà il getto quasi fino in F.

Parimente se vi sia un sifone ABDC, che faccia escir l' acqua da un vaso EF (*Fig.* 82. *Tav. IV.*) la cui superficie sia IK, essa salirà per il piccol foro C fino in H; e se il sifone fosse meno lungo, il getto s' alzerebbe meno dal suo foro C; quando poi non vi sarà più acqua nel vaso sotto A, il tubo si vuoterà da A, fino a B, e quando l' acqua sarà in B, il getto salirà fino in I, se il sifone è largo 5. ò 6. linee, ed il foro C, piccolo, come di 2. linee: perchè allora la velocità si fa per l' altezza CB, e sul principio si faceva solamente per l' altezza CK, e diminuiva sempre finchè l' acqua del vaso fosse sotto A.

Pare che il peso dell' acqua faccia alzare il getto per ridursi all' equilibrio, sicchè se si premesse l' acqua vicina allo zampillo con un peso eguale a quello dell' acqua del tubo, il getto salirebbe egualmente in alto: Ecco un esperienza che ho fatta per provarlo. *Fig.* 83. *Tav. IV.*

ABC è un tubo di vetro largo 1. pollice ¼; la sua altezza DA è 1. piede; lo zampillo, ovvero foro C, è linee 2 ½; si versa del mercurio dall' apertura A, finchè sia pieno il fondo EF: dipoi si mette dell' acqua adagio adagio dentro lo spazio CF, e chiusa l' apertura C con un dito, si finisce d' empire il tubo di mercurio fino in A. Quando si leva il dito dal foro C, l' acqua CF s' alza 12. ò 13. piedi in circa. La cagione di questo grand' alzamento è la gravità specifica del peso del mercurio, che sta a quella dell' acqua, come 14. a 1. Per conseguenza un piede di mercurio in DA, peserà quanto 14. piedi d' acqua, che fossero in un maggior tubo, e facessero la stessa forza per far salir l' acqua dal foro C. E perchè un vaso di 14. piedi fa salir l' acqua quasi a 13. piedi, un piede di mercurio dee far l' istesso effetto. Non importa che il tubo sia largo o stretto, purchè sia proporzionato al foro C.

Effetti simili succederanno per mezzo di pesi posati sopra una sciringa, in vece del peso dell' acqua, o del mercurio. *Fig.* 84. *Tav. IV.*

Sia per esempio ABCD uno schizzatoio, largo 3. pollici, col foro E di 4. linee; FG è lo stantuffo, col manico fisso in una tavola HI, affinchè la sciringa possa star dritta; tirato fuori lo stantuffo, s' empia d' acqua la sciringa da L fino ad E. MN, OP son due bastoni attaccati al corpo della sciringa, in cima a' quali si sospendono due pesi eguali Q, R con due corde: dico, che se questi due pesi pesano 20. libbre, il getto per E s' alzerà tant' alto, come se vi fosse un vaso, che comunicasse con il foro E, e di cui il tubo contenente l' acqua, fosse

fosse grosso quanto il corpo della sciringa ABCD, ed avesse un altezza capace di contener 20. libbre d'acqua. Ora essendo il tubo largo 3. pollici, vi saranno 9. pollici di superficie, di cui ciascuno pesa once 6 $\frac{1}{7}$; vi son dunque 55. once, o lib. 3. onc. 7. sull'altezza di ciaschedun piede; e se il vaso fosse 6. piedi, vi sarebbero lib. 20. onc. 10: dunque il getto s'alzerebbe 6. piedi, supponendo, che lo sfregamento dello stantuffo equivalesse a 10. once: così se i due pesi fossero 40. libbre, farebbero salir l'acqua quasi a 12. piedi; e se fossero 100. libbre, ella salirebbe tanto, come se il tubo fosse alto 30. piedi.

Ma se facciasi un tamburo di rame GKPH (*Fig.* 85. *Tav. IV.*) di cui il piano superiore sia tanto grosso da far gran resistenza, e vi si metta un cilindro vuoto IL; ripieno il tamburo d'acqua fino in MN; per un foro O vi si cacci con una sciringa dell'aria, che venga trattenuta poi da un'animella posta al di dentro; chiuso il foro Z; quando l'aria sarà condensata 4. volte, il suo effetto sarà eguale a 4. volte 32. piedi d'acqua; e se il tamburo avesse 1. piede di diametro, l'altezza di ciascun piede d'acqua peserebbe 55. libbre; dunque tutto peserebbe 128. volte 55. libbre, ò libbre 7040; sarebbe dunque necessaria la forza di 7040. libbre per condensar l'aria 4. volte: ma il foro O era $\frac{1}{4}$ di pollice, e la base HP un piede, sicchè la proporzione sarebbe come 1. a 2304, e la forza di 4. libbre farebbe entrar tant'aria, quanto è il quadruplo di questo numero, cioè tanta da sostenere il peso di 9216. libbre; sosterrebbe dunque tanto peso quanto quello di 128. piedi d'acqua, e per conseguenza allorchè s'aprisse il foro Z, il getto salirebbe quasi 100. piedi.

Che se il tamburo fosse più largo, l'aria che fosse tra MN, e GK non sarebbe più difficile a condensarsi per il foro O, come si è provato nel Trattato della Percossa, e farebbe l'istessa forza per alzar l'acqua fino a 128. piedi, come un tubo di tutta la larghezza pieno d'acqua.

Ho fatto ancora la seguente esperienza. Ho preso due schizzatoi ineguali, l'uno avea 2. pollici e $\frac{1}{4}$ di diametro, l'altro 3 $\frac{1}{4}$; in quello di 2. pollici e $\frac{1}{4}$, lib. 5. di peso facevano scendere lo stantusso a vuoto; ed avendo empito tutto lo schizzatoio, e spingendo lo stantusso con una forza equivalente quasi a 12. libbre, feci alzar l'acqua per un foro di 8. linee, a 4. piedi in circa: ora un piede d'altezza del tubo dello schizzatoio val quasi 32. once, ò 2. libbre; e 4. piedi equivagliono a 8. libbre in circa: se dunque la forza era 13. libbre, togliendo 5. libbre per lo sfregamento dello stantusso, restavano lib. 8. per il peso equivalente all'acqua d'una conserva alta un poco più di 4 piedi, e del diametro di poll. 2 $\frac{1}{4}$: l'altro schizzatoio diede lo stesso in proporzione.

Se spingasi lo stantuffo ABKI nel corpo della tromba CDFE, (*Fig.* 86. *Tav. IV.*) che sia più stretto in cima, come in HI, il grande sfregamento dell'acqua per il tubo stretto GIH trattiene considerabilmente la forza dell'impulsione per farvi passar l'acqua contenuta in ABEF, ed ella vi passerebbe meglio, se questo canale arrivasse solamente in I, e molto meglio se il condotto fosse più largo del corpo della tromba, entro cui si muove lo stantuffo, come LMNO, lo che converrà considerare quando vuol alzarsi l'acqua a grand' altezza per mezzo di tromba.

Finalmente si può far salire un getto molt' alto col metodo seguente. *Fig.* 87. *Tav. IV.* Prendasi un vaso cilindrico ABC di rame, in cima rotondo, alto 2. piedi, largo 8. pollici, fermato sopra un piano di legno, o di ferro. Si adatti ad esso lo schizzatoio, o corpo di tromba DEF collo stantuffo NQ, e l'animella F, come si fa ordinariamente nelle trombe, in maniera, che scendendo lo stantuffo con la forza di uno, o due uomini, comprima l'acqua, e la faccia entrare nel vaso per il tubo GH, armato d'un' animella in H, come si è insegnato nel principio di questo Trattato; si attacchi dall' altra parte del cilindro vuoto, o vaso, un altro tubo IL recurvo in cima, che abbia in L uno zampillo di 12. linee; se si adatteranno anco due altre trombe simili a' fianchi del vaso, vi si potrà fare entrare una grandissima quantità d'acqua. Gli stantuffi potranno accomodarsi in cima ad alcune leve, come in N, per acquistar forza, appoggiandole in O. Quando si faranno agire gli stantuffi colle leve, l'acqua entrerà nel vaso ABC, e passerà sul principio nel tubo IL con una forza mediocre; ma continuando, si spingerà tant' acqua, che non potrà escir tutta dallo zampillo L; allora ella salirà in P, e condenserà l'aria rinchiusa in cima del vaso; e se spingasi l'acqua con maggior forza, salirà più alto in R, condensando l'aria sempre più; e quando sarà 8. volte più densa dell' ordinario, premerà essa l'acqua RSHI per farla escire per IL, come se vi fossero sopra HI, 7. volte 32. piedi d'acqua, cioè 224. piedi, lo che produrrebbe un getto d'acqua, per il foro L, alto più di 120. piedi. Bisogna però che le tre trombe somministrino acqua bastante: perchè lo zampillo L di 12. lin. ne getterà più di 64. pollici.

Condensandosi l'aria in ragion de' pesi, da' quali è caricata, se facciasi una macchina AB (*Fig.* 88. *Tav. IV.*) composta di una cassa EFGH piena d'acqua fino in IL, cioè un poco sotto EF, e d'un tubo MN ben saldato in M, ed in O, con le due lamine EF, GH, che fanno il fondo, e il coperchio della cassa, affinchè l'aria non vi penetri; la cassa EG servirà di conserva. Bisogna ancora che vi sia un altra cassa CDTK piena d'aria, eguale alla prima, alla quale pure

sia.

sia ben saldato il tubo MN. Quando si verserà l'acqua per il foro M, scenderà questa per N in KT, e salita in PQ, l'aria contenuta nello spazio QPCD, e nel tubo XY ben saldato colle due casse, non potrà escir da A, e si condenserà a poco a poco, finchè s'equilibri il peso dell'acqua in MN, colla forza elastica dell'aria rinchiusa. Per esempio, se l'acqua s'è alzata fino in RS, l'aria contenuta nello spazio CDSR, nel tubo XY, e nello spazio EIFL, sarà condensata dal peso dell'acqua MS, e premerà l'acqua IHGL; allora se aprasi lo zampillo A, il cui tubo scende vicino ad HG verso V, l'acqua salirà fino all' altezza AZ, eguale quasi all' altezza MS, perchè l'aria premuta dall' altezza dell'acqua MS, fa la stessa forza sull' acqua IG, come se il tubo MS pieno d' acqua fosse sopra l' acqua IL; e l'acqua, che escirà dal getto, passando per M, rientrerà nella cassa inferiore, e per questo mezzo il getto durerà finchè tutta l'acqua, che è dall'estremità V del tubo AV fino all'estremità Y del tubo XY, sia escita per lo zampillo. Questa macchina porta il nome di Herone; egli l'ha descritta nel suo Trattato, intitolato, *De spiralibus*, secondo la traduzione del Commandino.

Si può far salir quest' acqua molto più, crescendo l' altezza del tubo MN.

La bellezza de' getti consiste nella loro uniformità, e trasparenza all' uscir dello zampillo, senza sparpagliarsi, che poco, in cima del getto. Molte maniere sono state ricercate di costruire i getti, tra le quali alcune son preferibili all' altre per più ragioni. I peggiori zampilli sono i cilindrici: perchè questi impediscono molto l' altezza del getto; i conici l'impediscono meno; ma la miglior maniera si è, di forare la lamina orizzontale, che chiude l'estremità del tubo, facendovi un buco liscio, e pulito, procurando che la lamina sia perfettamente piana, pulita, e uniforme. Ecco alcune esperienze, che n'ho fatte. Avendo fatto un buco D di 3. linee (*Fig.* 89. *Tav. IV.*) nel tubo ABC di latta, alto 15. piedi, il getto era perfettamente bello, e saliva 14. piedi: ma essendo stato fatto il tubo più alto fino a 27. piedi, ed avendovi fatto un foro di 6. linee, il getto non salì più di 12. piedi, sparpagliandosi molto, e separandosi in molte gocce, perchè l'acqua, che manteneva il getto, era spinta a traverso con forza, come si vede nella *Fig.* 90. *Tav. IV.*, che rappresenta una parte del tubo BC. Poichè l' acqua ED, FD, che vien dalle parti, ha una gran velocità transversale, che la porta in DL, ed in DM; e GD è portata in DN, ed HD in DO, lo che disperge il getto, perchè la poca acqua, che vien direttamente da P in D, non basta per raddirizzare il getto.

Per sfuggir questo difetto, feci mettere in G uno zampillo largo, lun-

e lungo un pollice, come vedesi nella *Fig. 91. Tav. IV.*, in cui BCD mostra la parte BCD della *Fig. 89.*; si fece nel cannello DQ un foro di 6. linee in Q, ed allora il getto fu più bello, e s' alzò 3. ò 4. piedi.

Feci far dipoi l' estremità del canale secondo la figura curva ILMNOP (*Fig. 92. Tav. IV.*) e nella lamina QP feci mettere uno zampillo simile alla *Fig. 93.*; egli era un po' conico, ma vi era una lamina interiore rappresentata da EQ con un foro d' un pollice nel mezzo, e la lamina superiore AIB avea pur nel mezzo un foro di 6. lin.; lo che era così fatto, affinchè non vi fosse altro sfregamento, che coll' orlo interno della lamina EQ: poichè non ve ne poteva esser che pochissimo in EA, e BQ: ma ciò riuscì malissimo: perchè il getto salì molto meno, e si sparpagliò più che non aveva fatto per un semplice zampillo conico, lo che poteva procedere da' moti differenti dell' acqua, che essendo passata da EQ percuoteva con violenza la lamina AB alle parti dell' apertura, e riflettendosi impediva all' acqua escir direttamente.

Finalmente feci mettere in PQ (*Fig. 92. Tav. IV.*) una piastra ben pulita con un foro di 6. linee ben rotondo, e pulito; allora il getto fu bellissimo, e s' alzò a 32. piedi, essendo l' acqua nel vaso alta 35. piedi, e 5. pollici, laddove gli altri getti non s' alzavano più di 27. ò 28. piedi; lo che segue, perchè l' acqua prende la direzione del suo moto dopo l' angolo R, e poca ne viene lateralmente dalle parti Y, e Z, che contribuiscono anch' esse alla direzion del getto, essendo la piastra pulitissima, ed essendo il tutto eguale dall' una e l' altra parte, e trattenendo l' una egualmente il moto laterale dell' altra: ora il getto per questo zampillo saliva fino a 22. piedi senza separarsi se non nel ricadere, e si fermava pochissimo nella cima quando arrivava a 32. piedi, e molto meno, che per gli altri zampilli. Ho veduto una piastra con un foro di 4. linee, e 6. ò 7. fori più piccoli all' intorno, che facevano una specie di fascetto, di cui tutti gli spilli erano bellissimi, e trasparenti, e quel di mezzo s' alzava a 18. piedi.

I getti s' allargano necessariamente a misura, che s' alzano, e la ragione si è, che essi scemano a poco a poco di velocità, ed essendo l' acqua medesima, quella, che mediante la sua viscosità si tiene unita senza separarsi, bisogna ch' ella occupi più spazio nel luogo ov' ella va più adagio in ragione della velocità alla velocità.

Per l' istessa ragione, l' acqua che passa da un foro di 5. ò 6. linee, quando l' altezza di essa nel vaso non è più di 3. ò 4. pollici, va sempre ristringendosi fino a ridursi in gocce, quando il filo d' acqua è divenuto troppo sottile: perchè la quantità d' acqua dee esser la medesima in tutti gli spazj, ch' ella percorre in ricadere, i quali in tempi eguali

guali sono fra loro come i numeri dispari andantemente; d' onde si vede che il filo d' acqua diventerebbe alla fine più sottile d' un capello: ma prima di giugnere a questo segno, l' acqua si separa, e si divide in gocce, che accelerano sempre il lor moto, finch' esse abbiano acquistata la lor maggior velocità.

Non bisogna regolar il consumo dell' acqua dall' altezza de' getti, ma dalla velocità nell' uscir dallo zampillo. Ora negli zampilli d' una linea, o due, i getti nella salita non s' accostano tanto all' altezza dell' acqua nel vaso, quanto s' accostano quelli di 5. ò 6. linee, e nondimeno danno l' acqua in ragione de' lor fori, come si è veduto. Per conoscere le cagioni di questi effetti differenti, bisogna considerare, che i globi piccoli stanno a' grandi in ragion triplicata de' lor diametri: ma nel lor moto son ritardati dall' aria, in ragione delle superficie de' lor cerchi massimi, e superano questa resistenza dell' aria secondo le differenze de' lor pesi, come abbiamo spiegato di sopra: d' onde ne segue che se scarichisi un moschetto caricato di palle, e pallini di piombo, le palle anderanno molto più lontano de' pallini, benchè escano dal moschetto colla medesima velocità, come abbiamo spiegato. Lo stesso dee intendersi de' grandi, e piccoli zampilli, posti sotto altezze eguali d' acqua: perchè, quantunque all' escir degli zampilli i getti abbiano quasi la stessa velocità, nell' attraversar molt' aria, i piccoli son ritardati dalla loro escita fino alla loro massima elevazione, a proporzione, molto più de' grandi; e per conseguenza i grandi saliranno molto più de' piccoli, ma non daranno perciò più acqua a proporzione, o almeno con una differenza considerabile, poichè questa non dee valutarsi se non dalla velocità, che hanno i getti nell' escire dallo zampillo, la quale è molto prossimamente eguale ne' piccoli, come ne' grandi.

Quando vi è un getto mantenuto da una sufficiente quantità d' acqua, e che si buca il canale, facendo un apertura eguale a quella dello zampillo, per servirsi dell' acqua che esce, si troverà la diminuzione del primo getto, nella seguente maniera. *Fig. 94. Tav. IV.*

Sia A B C D una conserva, che abbia 13. piedi d' acqua sopra lo zampillo H di 6. linee, il getto dee essere quasi 12. piedi $\frac{1}{2}$, se il condotto è largo 3. pollici.

Si faccia in I un foro di 6. linee, d' onde esca l' acqua I L; per il getto H M escono 4. pollici d' acqua per le Regole date; e perchè ne dovrebbe escire quasi altrettanta per il foro I, il canale è troppo stretto per dare la medesima altezza a due getti eguali ad H M; perciò subito che si lascerà escir l' acqua I L, il getto H M scemerà un poco, ed essendo che i due fori H, ed I, dieno 8. pollici in circa, e l' acqua NO, che somministra l' acqua al vaso, non sia più di 4. pollici per sup-

ſuppoſto, il vaſo ſi vuoterà a poco a poco, s' egli è molto largo, e preſtiſſimo, ſe non contiene più di $\frac{1}{2}$ botte, ovvero 100. pinte. Biſogna dunque, che l' acqua ſcenda nel tubo, finchè il getto HM dia ſolamente 2. pollici: perchè allora dando anco il foro I, 2. pollici, verrà ad erogarſi tutta l' acqua ON. Ora 13. piedi ſtanno alla lor metà 6 $\frac{1}{2}$, come 6 $\frac{1}{2}$, a 3 $\frac{1}{4}$; dunque l' altezza dell' acqua eſſendo PQ di 3. piedi e $\frac{1}{4}$ ſopra H, il getto ſarà ſolamente 3. piedi, 2. pollici, e qualche linea, ſecondo le regole ſuperiori: e per conſeguenza ſi vedrà ſcemare il getto HM, finchè non abbia più di 3. piedi, 2. poll., e qualche linea, e l' acqua NO manterrà l'altezza dell' acqua, all' altezza QP.

Che ſe chiudaſi di nuovo il foro I, il getto H comincerà a creſcere fino in HM, e nell' iſteſſo tempo l' acqua del condotto s' alzerà ſopra P, e ritornerà nella conſerva BD all' altezza primiera: nell' iſteſſo modo poſſiam regolarci in caſi ſimili.

Se l' altezze de' vaſi foſſero eſtremamente grandi, i getti ſi diſſiperebbero per l' incontro, ed urto violento dell' aria, ed in vece di ſalir più de' getti di alcune conſerve meno alte, s' alzerebbero meno. Io ne ho fatte le ſeguenti eſperienze.

Feci porre in una baleſtra un piccol tubo largo 1. pollice, e lungo 8. pollici, attaccato fortemente nel taglio della corda della baleſtra, e teſa la baleſtra, feci alzare perpendicolarmente, ed empire il tubo d' acqua; ſpinta l' acqua dalla forza della baleſtra eſcì dal tubo, e incontrando con violenza l' aria ſi diſperſe: coloro che erano per parte non viddero alzarſi il getto; ma viddero cadere molte piccole gocce d' acqua, alla diſtanza di più di 20. piedi in cerchio, intorno a quello che teneva la baleſtra, il quale aſſicurò aver veduto ſalir l' acqua 30. piedi in circa: pure queſta velocità conveniva a una conſerva di 600. piedi, e il getto ſecondo le regole doveva eſſere 300. piedi.

ALTRA ESPERIENZA.

Più volte ho fatto caricare una piſtola con 4. pollici d' altezza d' acqua in vece di palle, e ſcaricando queſt' acqua contro una porta alla diſtanza di 20. piedi, alzando la piſtola ſotto un angolo di 45. gradi, perchè l' acqua non ſi verſaſſe, non ve n' arrivò neppure una gocciola. La feci ſcaricare un altra volta alla diſtanza di 10. piedi, e ſeguì l' iſteſſo; e quando quegli, che aveva tirato, ſi muoveva innanzi, ed alzava il viſo, ſentiva cadere delle piccole gocce d' acqua. Finalmente ſi ſcaricò alla diſtanza di 7. piedi contro una carta meſſa in cima d' una porta, ed allora la carta ſi bagnò tutta, e ſi vide che l' acqua s' era diſperſa in un cerchio di 2. piedi di diametro; ed avendola ſcaricata di nuovo alla diſtanza di 8. piedi, la carta non ſi bagnò. Se ſi calcoli queſt'

quest' acqua come un cilindro largo 5. linee, ed alto 4. pollici, e si divida il prodotto per una superficie larga 2. piedi, si troverà, che la sua grossezza non sarà più di $\frac{1}{70}$ di linea, perchè il solido prodotto dal quadrato di 5, moltiplicato per 48. è 1200, ed il solido del quadrato di 288. linee per $\frac{1}{70}$ è un po' minore di 1220. linee cubiche, ed il cilindro stretto è 943. linee cubiche, e quello di 2. piedi di diametro nella base è 931. Accade dunque, che essendo ridotta l'acqua ad una grossezza ancor minore, come quando si scaglia dalla distanza di 10. piedi, ella si separa in piccole gocce, alcune delle quali s' alzano in vapori, e l'altre cadono, ma sono impercettibili.

L' istesso effetto si vede nel rompersi una bottiglia di sapone: perchè le particelle di questo fluido, che son troppo piccole, s' alzano in vapori visibili, ed il resto cade. Uno spillo d'acqua, che esciva da un foro di $\frac{1}{4}$ linea, posto sotto l'altezza di 100. piedi, incontrando una mano nel salire a traverso, si dispergeva pure in vapori.

Si potrebbe opporre, che se si tirasse dell'acqua con un cannone, d'un piede di calibro, l' acqua anderebbe più lontana di 10. piedi; questo s' accorda: ma non anderà però 100. piedi, come si può provare, ed esperimentare.

Ora questa velocità è sì grande, che alcuna conserva accessibile non ne può dare una eguale: poichè potendo l'acqua fare colla prima velocità colla quale escirebbe, 1000. piedi in 1", come fa il suono; supponghiamo, che la conserva abbia 10000. piedi d'altezza, e che la velocità d' un globo d'acqua d' 1. piede, faccia nel cadere 13. piedi in 1", farà essa 26. piedi orizzontalmente: il prodotto di 13. per 10000. è 130000, la cui radice quadrata è 360. prossimamente; come 12. a 360, così un secondo a 28. in circa. Se si suppone dunque, che un globo d'acqua di 1. piede s' acceleri secondo l'ordine de' numeri dispari, lo che però egli non fa, che fino a una mediocre distanza, caderà da 10000. piedi in 28", e farà pure in tale spazio di tempo 20000. piedi orizzontalmente, mediante una velocità uniforme, eguale alla velocità acquistata in 28", ed in 1" quasi 714. piedi, che è una velocità minore della velocità prodotta dalla polvere da schioppo nel cannone. Ma non essendovi luoghi accessibili, alti 10000. piedi, non si può veder l' effetto di questi getti d'acqua, oltre di che questa altezza di 10000. piedi, darebbe da un foro di piedi 1, pollici 64512. in circa, che farebbero un fiume troppo grande, che non potrebbe essere ad un altezza sì grande.

Bisogna creder dunque, che i maggior getti non devon giungere a 300. piedi: perchè avendo la conserva 600. piedi d'altezza d'acqua, bisognerebbe che il getto avesse 6. pollici di diametro, ed il condotto do-

dovrebbe esser largo 20. pollici, e darebbe 16128. pollici, che è tuttavia una quantità d' acqua troppo grande; e così bisogna ridursi a 100. piedi d' altezza, e ad uno zampillo di 12. ò 15. linee: perchè quando anco fosse 150. piedi, non comparirebbe alla vista molto più alto, quando si fosse da esso lontani 20. piedi.

DISCORSO II.

Dell' altezza de' Getti obliqui, e delle loro ampiezze.

I Getti, che escono orizzontalmente, o obliquamente, descrivono una linea curva, che è una parabola, o una semiparabola, di cui il Torricelli dopo il Galileo ha data la dimostrazione: ma non bisogna computare la resistenza dell' aria; nondimeno se i getti hanno poca forza, la linea curva sarà sensibilmente parabolica, resistendo poco l' aria a una piccola velocità, e facendosi l' accelerazione della velocità della goccia cadente, o la diminuzione di quella che sale, sensibilmente secondo i numeri dispari. Anco nelle velocità mediocri de' getti, la curvatura di essi s' accosta molto alla parabola; perchè se da una parte la direzione orizzontale è ritardata a poco a poco, e non ha un moto uniforme, anco l' accelerazione non si fa, fino alla fine della caduta, secondo i numeri dispari, ma si ritarda per la resistenza dell' aria, come si è spiegato di sopra, e così un difetto compensa l' altro, e come si vede nella seguente *Fig. 95. Tav. IV.*, in cui la vera parabola è ABC, se in 3. piccoli intervalli di tempo eguali il mobile percorre orizzontalmente i 3. spazj eguali AE, EG, GD, e percorra, in scendere, lo spazio AI nel primo tempo; IM triplo di AI nel secondo; MN quintuplo di AI nel terzo. Ma se l' urto dell' aria fa che il mobile non giunga che in H in vece di arrivare in D, in questi tre tempi anco l' urto dell' aria l' impedirà di scendere negli stessi tempi fino in N, e non giungerà che in K, e tirando la parallela KL, che taglierà HF in L dentro la curva ABC, la curva AOL, che sarà descritta da questo moto ritardato in proporzione (lo che non è però vero in rigore) sarà un altra parabola interiore alla prima ABC. Da questa proprietà de' corpi mossi nell' aria, si deducono i seguenti Problemi.

PROBLEMA.

Data l' altezza mediocre d' una conserva, essendo il getto obliquo, trovare ov' egli toccherà il piano orizzontale. Fig. 96. Tav. IV.

Sia AB il tubo della conserva, C lo zampillo, CD una linea paral-

rallela ad AB, DEC un mezzo cerchio, il cui centro H; il Galileo, e il Torricelli hanno dimostrato, che se la direzione del getto nell'uscire dallo zampillo è per la linea CE, che faccia con la linea DC l'angolo DCE di 45. gradi, continuando HE perpendicolare a DC fino in F, sicchè EF sia eguale al raggio del cerchio HE, il punto F sarà il vertice della parabola CFG descritta dal getto, CE la tangente di questa parabola per il punto C; e CG l'ampiezza della parabola doppia di HF, o CD.

Che se diasi al getto un altra direzione CL, bisogna abbassare la perpendicolare LM sopra CD, e presa MLN, doppia di ML, il punto N sarà il vertice della parabola, che descriverà questo getto, di cui CR sarà l'ampiezza doppia di MN; e così di tutte l'altre direzioni. D'onde ne segue, che se l'angolo LCE è eguale all'angolo ECO, il getto per la direzione CO anderà lontano quanto il getto, che ha la direzione CL; ed essendo QOP eguale, e parallela a MLN, sarà P il vertice della parabola di questo getto; e queste s'incontreranno ambedue sulla linea orizzontale CG nel punto R, poichè la loro ampiezza CR quadrupla di ML, o doppia di MN, sarà comune ad ambedue.

I getti delle bombe piene di polvere, seguono l'istesse regole: d'onde ne segue, che se siasi trovato coll'esperienza, che una bomba colla direzione d'un angolo di 45. gradi, va lontana 500. tese, essa anderà perpendicolarmente 250. tese: perchè se CG è 500. tese, e la bomba abbia descritto la parabola CFG, ella non s'alzerà più di CD, che è il diametro del semicerchio, che sarà per conseguenza 250. tese, metà dell'ampiezza CG della parabola CFG: ma bisogna considerare, che la resistenza dell'aria altera un poco queste misure: perchè più aria bisogna trapassare per CFG, che per CD; così la bomba s'accosterà più al punto D in proporzione, che al punto G. E per la stessa ragione, se la direzione della bomba fosse CL, e cadesse ella nel punto R, anderebbe un poco più lontana per la direzione CO, perchè più aria bisogna passare per la parabola CNR, che per la parabola CPR. Ecco l'esperienze da me fattene con l'acqua, che dee esser ritardata dall'aria, più d'una palla di ferro, o d'una bomba.

Nella medesima figura supponghiamo AB un tubo, alto 6. piedi dalla superficie dell'acqua d'un vaso in D, fino allo zampillo C; la direzione del getto CFG era sotto un angolo di 45. gradi sull'orizzonte, e, come si è detto di sopra, CG, che era l'ampiezza della parabola, doveva esser 10. piedi: ma il getto si separava verso la fine, e la parte di esso più vicina a' 10. piedi, era 9. piedi, e 10. pollici; e per conseguenza, questo getto mancava di $\frac{1}{60}$, cioè $\frac{1}{100}$. Ma avendo fatte

altre

altre esperienze sopra altezze maggiori, il getto diminuiva più a proporzione la sua ampiezza, mediante la maggior resistenza dell' aria; e questa diminuzione dee farsi in ragion di quella dell' altezze de' getti, e così bisognerà prendere il doppio dell' altezza perpendicolare de' getti per sapere l' ampiezza del getto parabolico all' elevazione di 45. gradi.

I getti di mercurio fanno l' istesso, ma la loro estremità si sparpaglia più de' getti d' acqua, e la cagione si è, che il mercurio superiore BF (*Fig*. 97. *Tav. IV.*) incontrando l' inferiore CED, sdrucciola sopra di esso, ed al contrario il mercurio che è in E scende mediante il suo peso, e mediante l' urto del superiore, e questo cagiona, che le gocce del mercurio son fra D, ed F molto separate fra loro; ma non si separano però molto in larghezza. E se mettasi l' occhio nel piano della direzione del getto, questi comparirà per tutto come un filo della medesima larghezza, che egli ha all' uscir dello zampillo, perchè non sparpagliandosi punto nell' escire, le gocce più vicine all' occhio coprono tutte l' altre inferiori per tutta l' estensione del getto.

Per provare coll' esperienza, che le materie più pesanti fanno le lor parabole più grandi, ho sospeso una palla d' acciaio ad un filo lungo 42. poll., ovvero 3. piedi $\frac{1}{2}$, ed avendolo alzato ad un arco di 50. gradi, lo lasciai in libertà, questi ritornò, dopo esser salito dall' altra parte, a 49. gradi, e minuti 45; l' arco di 25. minuti, che mancava, era della larghezza di 6. linee, e per conseguenza non perdeva se non una linea e mezzo in circa, nel cadere fino al punto di riposo. Io vi messi dipoi una pallina di cera della stessa grossezza caricata d' un piccol peso, dimaniera che la sua gravità specifica era eguale a quella dell' acqua; ed avendola alzata a 50. gradi, ella ritornò all' istesso segno, meno 4. pollici in circa, nella seconda oscillazione; perdeva dunque essa mediante la resistenza dell' aria 8. volte tanto, quanto quella d' acciaio, lo che è quasi secondo la proporzione della gravità specifica dell' acqua all' acciaio.

Quando in un tubo i fori non sono all' istessa altezza, ed i getti sono orizzontali, si può sapere la lunghezza de' getti sopra un piano orizzontale per le medesime regole in questa maniera. *Fig*. 98. *Tav. IV.*

Sia ABCD un vaso cilindrico, o d' un altra forma, bucato in F, e G; mantenendosi l' acqua sempre all' altezza AB, ed essendo HI un piano orizzontale, si vuol sapere ove caderanno i getti F, e G sul piano HI. Si suppone, che il lato del tubo BFGH, in cui sono i fori F, e G, sia a piombo: sulla linea BH, presa per diametro, descritto il semicircolo BLKH, si tirino le perpendicolari FL, GK alla linea BH, fino al semicerchio in L, e K, e presa HI doppia di GK, e HM

dop-

doppia di FL, i getti descriveranno le semiparabole GI, ed FM, come si è detto di sopra: d'onde ne segue, che se N è il centro del semicerchio, il getto, che escirà da N, anderà più lontano di tutti, poichè NO, che è il semidiametro, è l'ordinata maggiore di tutte l'altre, come GK, FL. E se si prendono altezze eguali sopra, e sotto N, i getti caderanno nello stesso punto sulla linea orizzontale HI.

Se si volesse sapere a qual altezza sia l'acqua in un vaso, o in una conserva ABCD, si faccia in qualunque luogo di essa un buco, per esempio in G, ed avendo notato un qualunque punto I, d'onde passa il getto, si tiri la linea orizzontale per il punto I, e per il punto G la linea GH perpendicolare ad IH. Divisa HI in due parti eguali, delle quali una sia GK, si trovi la linea GB terza proporzionale dopo GH, e GK; questa linea GB è l'altezza dell'acqua nel vaso sopra il foro G; lo che non è che l'inversa della Proposizione precedente, come facilmente si conosce, supponendo, che l'altezza della conserva sia BH sopra il piano orizzontale HI, ed il foro del getto sia in G: perchè secondo gli Elementi della Geometria, mediante il semicerchio le tre linee GH, GK, e GB sono in proporzion continua; lo che corrisponde a ciò che il Galileo ha dimostrato nella sua 5. proporzione del moto de' Proietti, ov'egli dice, che le metà dell'ampiezze delle Parabole de' Getti sono medie proporzionali fra l'altezza della semiparabola, e l'altezza del fluido sopra il foro del getto.

PAR-

PARTE QUINTA.

De' Condotti dell' acque, e della Resistenza de' cannoni.

DISCORSO PRIMO.

De' Cannoni de' Condotti.

Quando l'acqua, che mantiene i getti, passa per un lungo canale di cannoni molto stretti, la velocità dell' acqua vien diminuita dallo sfregamento, di che se ne è fatta l' esperienza in questa maniera. *Fig. 99. Tav. IV.*

ABCD è un tubo di 6. pollici di diametro, alto 6. piedi; il tubo CE è largo 3. pollici, ed il tubo GF, 1. pollice. Si erano fatti tre fori ne' punti H, I, L; quegli che era in H aveva 2. linee, quegli in I 4. linee, e l'ultimo in L, 8. linee. Nell'altro braccio FG i fori K, N, M erano disposti parimente secondo la larghezza de' fori, rispetto alla vicinanza del tubo ABCD. Pieno il tubo AD, si aprivano successivamente i tre fori H, I, L; essendo sempre chiusi gli altri, il getto L era il più alto; poi il getto I, ed il getto H era il più basso di questi tre. Dall'altra parte il getto per il foro grande M era il più basso, quegli per N un poco più alto, ed il minore per K era il più alto di tutti tre; la ragione di questi effetti non sarà difficile a conoscersi, se si consideri, che molt' acqua esce per i fori L, M, e che per mantenerla bisogna, che l'acqua scenda con maggior velocità per il tubo stretto, che per il largo, lo che vi cagiona un gran sfregamento, che ritarda la velocità dell' acqua, e l' impedisce di scorrer così presto da somministrarne la quantità necessaria al getto. Ma ne' fori H, e K, siccome la velocità per i tubi è 16. volte minore, che quando l' acqua esce per L, ed M; lo sfregamento nel tubo stretto è poco considerabile, e non ritarda sensibilmente il getto K più che il getto H; e così sono essi alti quasi egualmente: ne segue ancora, che se si scemano i due fori I, ed N, ciascuno per esempio d' una linea, allora il getto I salirà meno di prima, ed il getto N più; perchè vi sarà minor sfre-

sfregamento nel canale FG, che supera il difetto della resistenza dell' aria, e nel canale CE questa diminuzione di sfregamento non sarà considerabile, ma la resistenza dell' aria lo sarà un poco più che nel getto di 4. linee; questo si è quel che ha ingannato molti di coloro, che hanno fatte le loro esperienze in tubi stretti quanto FG, ed hanno conclusc con la maggior parte de' Fontanieri, che l' acqua saliva più e-scendo da zampilli stretti, che da' larghi; lo che è contro la ragione, e l' esperienza, eccettuato il caso, che i condotti sieno troppo stretti.

Accade l' istesso, quando gli zampilli son lunghi tra i 6. ò 7. pollici, o anco tra' 2. ò 3. Perchè il getto sarà più alto, escendo da una semplice apertura fatta nella lamina, che sia grossa una linea, o una mezza linea: se ne può far esperienza facilmente, se prendasi un tubo ABCD, largo 6. ò 7. pollici, (*Fig.* 100. *Tav. V.*) e nel tubo EF sufficientemente largo si facciano in G, ed H due fori eguali; il primo abbia lo zampillo GI, e l' altro non abbia, che la grossezza del metallo: si vedrà che il getto H s' alzerà più del getto GI, e quanto più si scemerà l' altezza GI, tanto più il getto I s' accosterà all' altezza dell' altro H: d' onde ne segue, che gli zampilli lunghi, che si mettono ordinariamente alla gola de' delfini nelle fontane, sono difettosissimi, e sebbene lo zampillo sia un poco conico, il getto nondimeno è ritardato. Eccone un esperienza: da un tubo di vetro alto 1. piede, e largo 1. pollice, con un foro di lin. 2 $\frac{1}{2}$, non s' alzò il getto più di pollici 10 $\frac{1}{2}$, quando lo zampillo era conico; ed applicatovene uno cilindrico, s' alzò poll. 11 $\frac{2}{3}$.

Per regolare la larghezza de' tubi da condur l' acque, secondo l' altezze delle conserve, e la grandezza degli zampilli, ho fatte le seguenti osservazioni.

A *Chantilly* vi è un condotto fatto di pezzi di cannoni di quercia forati; le aperture hanno 5. pollici di diametro. L' altezza dell' acqua nella conserva è a 18. piedi, ed il condotto a pendio fino a un canale orizzontale è quasi 104. tese. Messo a secco il canale, si bucò di sopra un cannone, e vi si applicò uno zampillo di 10. linee; trattenuta l' acqua dalla parte di sotto, il getto s' alzò 15. piedi, così vi era un qualche piccolo impedimento nel condotto lungo, e nello zampillo: perchè secondo le regole doveva alzarsi 17. piedi in circa. A 80. tese più a basso s' applicò nel medesimo condotto un altro zampillo, e tenuto aperto questi solo, l' acqua non s' alzò più che 14. piedi in circa, lo che si può attribuire a difetto dello zampillo, che era fatto peggio dell' altro. Si lasciarono dipoi aperti tutti due gli zampilli insieme, ed il getto superiore s' alzò 12. piedi, e l' altro 11; lo che ci fece conoscere, che un condotto largo 5. pollici non è sufficiente per u-

no zampillo di 14. o 15. linee, con una tale altezza di conserva, ovvero per 2. zampilli, di 10. linee l'uno. Si chiusero i buchi, e si lasciò libero il getto ordinario, che è per parte al canale, ed elevato 2. ò 3. piedi di più, alla medesima distanza dalla conserva, alla quale era l'ultimo foro. La conserva era alta circa 16. piedi sopra lo zampillo, che era conico, ed aveva 12. lin. di diametro; il getto alzò 14. piedi, in vece di 15, ed un poco più, ch'esser dovea secondo le regole, e ciò senza dubbio procedeva dall'esser lo zampillo conico, come si è dimostrato.

Altre esperienze ho fatte con quell' istesso tubo di 50. piedi, di cui s' è parlato, in cima al quale era un tamburo di 1. piede. Vi s' applicò di sotto, un condotto orizzontale della stessa larghezza di 3. pollici, lungo 40. piedi, e vi si messe in cima uno zampillo di 6. linee; il getto s' alzò quanto s' alzava allorchè lo zampillo era alla distanza d' un piede dal tubo: il getto fece anco gl' istessi effetti, cioè, che dopo essersi lanciato sul principio ad una certa altezza, scemò a poco a poco quasi un piede; e giunta l' acqua in fondo al tamburo, il getto s' alzò di nuovo, e salì un poco più alto, che sul principio; e così un condotto orizzontale lungo 40. piedi, e largo 3. pollici non diminuì un getto, che esciva da uno zampillo di 6. linee.

Si è trovato anco per esperienza, che uno zampillo di 7. linee non è salito meno di quello di 6. linee, a 35. piedi dalla conserva, per un condotto di 3. pollici, e così, che il tubo di 3. pollici poteva aver 52. piedi d' altezza per uno zampillo di 6. linee: si può prender dunque per fondamento, che una conserva di 52. piedi dee avere un condotto di 3. pollici di diametro, quando lo zampillo è 6. linee, e che il getto s' alzerà a tutta l' altezza, ch' egli dee avere.

Per paragonare la larghezza di questo condotto con quella, che debbono avere le conserve, e le larghezze degli zampilli, si farà questa regola di proporzione.

Come il numero de' pollici, che danno i getti, sta
Al numero de' pollici d' un altro getto;
Così il quadrato del diametro del condotto del primo, sta
Al quadrato del diametro del condotto dell' altro.

Questa regola è fondata sulla necessità che vi è, che la velocità dell' acqua corrente sia eguale ne' due condotti, affinchè non vi sia più sfregamento nell' uno, che nell' altro. Pertanto se il numero de' pollici è quadruplo, bisogna che la superficie del diametro del condotto sia 4. volte maggiore, affinchè la velocità ne' tubi sia eguale.

Seguitando questa regola, se si vuol sapere qual larghezza convien darsi al condotto per avere un getto di 100. piedi da uno zampillo di 12. linee, bisogna prendere 52. piedi d' altezza, che per uno zampillo
di

di 6. linee, in un condotto di 3. pollici di diametro, dà 8. pollici; e perchè, secondo la tavola dell' altezze de' getti, una conserva di 100. piedi di getto, dee aver l'acqua alta in essa 133. piedi $\frac{1}{3}$, si dirà, come 52. stà a 133., così 64. quadrato di 8. sta a 170; e la radice quadrata di 170. essendo 13. in circa, si vede, che la conserva di 133. piedi per un foro di 6. linee darà 13. pollici, e per un foro di 12. linee darà 52. pollici d'acqua: dunque come 8. a 52, così 9. quadrato di 3, che è il diametro del condotto, dee stare a 58 $\frac{1}{2}$, di cui la radice quadrata è 7 $\frac{2}{3}$ prossimamente, che sarà il diametro del condotto ricercato, ma per maggior sicurezza si può farlo 8. pollici.

Quando gli zampilli sono ineguali, e l'altezze delle conserve eguali, basta fare i diametri de' condotti nella stessa proporzione fra loro, che i diametri degli zampilli: perchè allora gli sfregamenti saranno eguali, e l'acqua scorrerà più presto in un de' canali, che nell' altro: eccone un esempio.

Un tubo alto 13. piedi dà 1. poll. per un foro di 3. linee: dunque per uno di 6. linee darà 4. pollici; e per conseguenza se il condotto si mantiene della stessa larghezza, l'acqua correrà 4. volte più presto, e soffrirà un quadrùplo sfregamento; perchè dunque l'acqua scorra con egual velocità, bisogna che il quadrato del diametro del suo condotto sia 4. volte più grande, ed allora la radice di questo quadrato starà alla radice dell'altro, come 6. a 3.

Nel Condotto di *Chantilly* segue un effetto molto sorprendente; i cannoni di esso, che sono di legno, sono infilzati l'uno dentro l'altro, e passano per un piccolo stagno, e dipoi per un lungo canale; d'onde ne segue, che se chiudesi in un tratto l'entrata della conserva, sicchè l'acqua non entri più nel condotto, il getto, che è di 14. piedi, non cessa affatto; ma continua ad alzarsi a più di due piedi senza intermissione; supponendo, che la bocca della conserva fosse ben chiusa, si potrebbe attribuir quest' effetto a questa cagione, cioè, che essendo l'acqua con gran velocità, il peso di quella dello stagno, e del canale, apra qualche piccolo adito tra i corpi de' cannoni, che entrano l'uno dentro l'altro, e così facciasi una piccola espirazione d'acqua; in quella maniera che si fa una espirazione d'aria molto sensibile, quando essendo vuoto questo condotto, vi si rimette in un tratto l'aria della conserva: perchè allora l'aria essendo premuta, forza i cannoni, e si fa un po' di strada tra quelli, che sono incastrati l'uno dentro l'altro. Ora l'espirazione che fassi di quella poca acqua dello stagno, e del canale, è bastante per mantener questo getto all'altezza di 2. piedi.

Segue ancora all'istesso getto un altro effetto straordinario, ed è, che se mettesi la mano sullo zampillo, e vi si tenga per 10″ ò 12″,

 l'acqua

l' acqua non ſpilla ſubito, che ſi leva la mano, e comincia ad alzarſi a poco a poco a 3. pollici, poi ad un piede, e finalmente a 2. piedi ſucceſſivamente in un tempo conſiderabile. Ho veduto l' iſteſſo effetto in un canale d' acqua, che ſcorreva orizzontalmente per un condotto di rame: poichè avendolo chiuſo con una mano, affinchè, trattenendo un poco queſt' acqua, acquiſtaſſe maggior forza, ed andaſſe più lontana, fui ſorpreſo, che non eſciſſe ſubito ſe non pochiſſima acqua: ma finalmente a poco a poco ella ripreſe la ſua forza ordinaria; ecco come io ſpiego queſt' effetto. *Fig.* 101. *Tav. V.*

Nel canale di *Chantilly*, il quale, per la lunghezza di 80. teſe dal getto, ha pochiſſimo pendio, l' acqua vi ſcorrerebbe lentiſſimamente, ſe non foſſe ſpinta dall' acqua ſuperiore, che ha moltiſſimo pendio. Pertanto, ſe ſi ſuppone A B C D il pendio maggiore, e il canale mezzo pieno da C D fino ad F G, l' acqua vi correrà con gran velocità, ed urterà con la medeſima impreſſione quella, che è in G H D E, e per il moto, che avrà acquiſtato in queſto tratto, ſi porterà con gran velocità alla bocca dello zampillo I L, e l' empirà tutto; ed eſſendo percoſſa dall' acqua ſucceſſiva, s' alzerà anco 2. piedi; ma quando ella è trattenuta, ſi ferma il ſuo moto, e torna anco indietro verſo B G D, alzandoſi nella parte ſuperiore del tubo vicino a C: dal che procede, che levata la mano, e reſo all' acqua il ſuo libero moto, eſſendo la ſua altezza in B, minore dell' altezza del punto L, non può eſſa far forza per ſcorrere, o per ſollevarſi in aria, ſe non dopochè il tratto ſuperiore del canale A B C D ha riacquiſtato il ſuo moto primiero.

Biſogna evitare di accodare i cannoni de' condotti ad angoli retti; poichè l' acqua col ſuo moto urtando nella parte del cannone, che trova oppoſto, lo può far ſcoppiare, ed è ritardata conſiderabilmente mediante queſt' incontro.

Se ſi vuole, che i getti d' acqua conſervino la loro forza per molti anni, biſogna fare i condotti un poco più larghi di ciò che dà il calcolo; perchè dentro ad eſſi vi ſi ammaſſa della terra, e del ſudiciume, che ritarda un poco l' erogazione, e ſonovi anco dell' acque, che portano delle parti pietroſe, e che attaccandoſi inſieme, induriſcono, e turano il condotto: io ne ho fatta l' oſſervazione nell' acquidotto d' *Arcueil*; e preſſo l' Oſſervatorio, ove ſi fa la ſeparazione dell' acque, ſi vede una vaſca, che ha nel mezzo un groſſo getto alto $\frac{1}{2}$ piede; la circonferenza di queſta è di rame, e vi ſi ſon fatti molti fori circolari d' un pollice di diametro, per far conoſcere la quantità d' acqua, che è nell' acquidotto; ma intorno a queſti fori a poco a poco ſi è ammaſſata una materia pietroſa, che finalmente gli ha turati affatto, onde l' acqua non può più paſſarvi: e queſto fa maraviglia, poichè ſembre-

brerebbe che l'acqua dovesse trasportare il sudiciume, che vi si ferma: ma ciò succede nell' istesso modo, che si ammassa la neve sopra o per parte ai rami delle siepi, quando nel gran freddo nevica con vento: poichè trasportando il vento delle piccole particelle, o atomi di vapori diacciati, gli introduce nelle fessure di questi rami, e ritenendo i primi, ed aggruppandosi con quelli, che seguono, vi se ne fa un ammasso alto 2. ò 3. pollici. L' acqua parimente trasportando delle piccole parti pietrose, delle quali s' impregna nel passar per mezzo alla terra, ne ficca alcune ne' pori del metallo, e quelle che ne vengon dopo s' uniscono alle prime, secondo la sua disposizione, e la sua figura: Molte ne passano, che non vi s' attaccano: ma in uno spazio d' anni vi se ne ammassano tante, che bastano per otturare affatto l' aperture, come se fossero una sola pietra molto dura, di maniera, che si è obbligati quasi ogni 50. anni di levare tutti i cannoni, e farli di nuovo.

Allorchè l' acqua d' un condotto grande si divide in più condotti per fare più getti, bisogna considerar tutti i pollici d' acqua, che debbon dare insieme tutti questi getti, per determinare la larghezza del canal maestro, e ridurli poi col calcolo a una sola apertura di getto.

E S E M P I O.

Un condotto principale d' acqua si divide in 6. canali, due de' quali hanno uno zampillo di 3. linee di diametro per ciascheduno, due altri ne hanno 5. per ciascheduno, uno ne ha 6, ed un altro ne ha 8, l' altezza dell' acqua nella conserva si suppone 52. piedi: dunque se i condotti son bastantemente larghi, e siavi nel vaso acqua bastante per somministrarne a tutti, gli zampilli di 3. linee daranno ciascuno 2. pollici, secondo le regole, e le tavole date di sopra; quelli di 5. linee daranno ciascuno pollici 5 $\frac{3}{6}$, quegli di 6. linee darà 8. pollici, e quegli di 8. linee darà 14. poll. $\frac{2}{9}$; perciò, secondo la regola precedente, per 52. piedi d' altezza d' acqua il diametro dello zampillo dee stare al diametro del condotto, come lin. 6. a 3. poll., ovvero come 1. a 6., che è lo stesso.

Ma siccome in questo esempio non abbiamo che l' erogazione dell' acqua, che è 37. poll. $\frac{2}{9}$, e l' altezza della conserva di 52. piedi, così bisogna cercare qual sarebbe il diametro dello zampillo, che darebbe questa quantità d' acqua; lo che si ha per mezzo della regola della misura dell' acque zampillanti della II. Parte; e si trova 13. linee in circa; si farà dunque come 1. a 6, così 13. a 78. linee di diametro per il condotto di tutta l' acqua; ovvero 6. poll. $\frac{1}{2}$, e ciascun condotto degli zampilli di 3. linee di diametro, sarà largo poll. 1 $\frac{1}{2}$: essendochè per la regola precedente, i diametri de' condotti sieno tra loro

nella ragione medesima de' diametri degli zampilli, essendo l' altezza dell' acqua nella conserva l' istessa: ciascuno di quelli, che somministrano l' acqua agli zampilli di 5. linee, avranno 2. poll. $\frac{1}{4}$, quegli dello zampillo di 6. lin. avrà 3. pollici di diametrò, e quegli di 8. lin. avrà 4. pollici. E se la conserva può somministrare 37. poll. d' acqua, questi getti si manterranno sempre, e butteranno continuamente. Si vedrà il getto di 8. lin. di zampillo, alzarsi più di tutti, e per sapere la sua altezza, si troverà nella tavola della Regola II. del Discorso I. della Parte IV., che un getto di 50. piedi dee avere l' acqua nella conserva all' altezza di 58. piedi, poll. 4; e per questo il getto è tra 45, ed i 50. piedi, e molto prossimo ai 45; e se fassi il calcolo per mezzo della regola per il getto alto 46. piedi, si troverà l' altezza dell' acqua nella conserva 52. piedi, e $\frac{1}{2}$ pollice; d' onde può concludersi, che il getto non arriverà interamente a 46. piedi, benchè la conserva sia alta 52. piedi.

DISCORSO II.

Della forza de' cannoni di condotto, e della grossezza, che devono avere, attesa la lor materia, e l' altezza dell' acqua nelle conserve.

ALlorchè le conserve son molto alte, o che si conduce l' acqua per un condotto da un luogo molto alto, i cannoni del condotto corrono rischio di rompersi, particolarmente se il condotto si tiri per vallate profonde; e sarebbe cosa da dispiacer molto, se dopo aver fatto gran spese, qualche cannone crepasse, o per difetto di ben saldarlo, o per debolezza: dall' altra parte non torna conto di impiegar troppo piombo, o rame, per fare i cannoni molto grossi, quando grossezze mediocri fossero sufficienti; ecco l' osservazioni da farsi sopra di questo articolo.

I corpi solidi, e duri resistono ad esser rotti mediante i piccoli legami delle lor particelle, che sono intralciate fra loro; vi sono delle materie facili a rompersi, come il diaccio, ed altri corpi, che si rompono difficilmente, come il ferro, il marmo, ec.

Si chiama resistenza assoluta d' un solido all' esser rotto, quella che fa, quando esso si tira per dividerlo, o romperlo; così se si sospende un cilindro di legno A B (*Fig.* 102. *Tav. V.*) con delle corde a una trave per mezzo d' una grossa testa A, e si attaccano verso la base B, delle corde, che tengan sospeso un peso C di 1000. libbre, capace di romper questo cilindro verso il punto D, più alto, o più basso, staccando, e separando le sue parti intralciate; si dirà, che la sua resisten-

sistenza assoluta è 1000. libbre. Nell' istesso modo si saprà la resistenza assoluta d'una striscia di carta, se si facciano due anelli I, L (*Fig.* 103. *Tav. V.*) in cima di essa con avvolgerla a due bastoni G H, M N; poichè sospeso al bastone M N il peso O con due corde K, e Z, se questa striscia vien rotta come in P, dal detto peso precisamente, allorchè sarà di 4. libbre, si dirà, che la resistenza assoluta di questa striscia è di 4. libbre.

Galileo ha fatto un Trattato della resistenza de' solidi, nel quale dà l'istessa definizione della resistenza assoluta, e colla sua maniera spiega la forza, che aver dee un peso, allorchè egli è sospeso all' estremità d' un solido fitto nel muro; per esempio, se il muro è A B (*Fig.* 104. *Tav. V.*) ed il solido C D E F, ed il peso G sia sospeso in F, per mezzo della corda F G, dic' egli, che la lunghezza F D è come il braccio d' una leva, e che la grossezza C D è come la contralleva, di maniera, che se volesse separarsi una parte, che è in C, e che la resistenza assoluta fosse di 10. libbre, bisognerebbe, che il peso G fosse solamente di 2. libbre, se la lunghezza F D fosse 5. volte più grande di D C; ma considerandone un altra parte, come I, egualmente distante da C, e D, non ci bisognerebbe più d' una libbra in G, perchè la leva F D sarebbe allora 10. volte più grande della contralleva D I; e perchè egli suppone, che la rottura si faccia contemporaneamente in tutte le parti di C D, alcune delle quali sono tra D ed I, e l'altre tra I, e C, pretende, che bisogni considerar l' aumento della forza del peso secondo la ragione di F D, alla distanza media D I, lo che pertanto ripugna a più esperienze fatte da me con solidi di vetro, e di legno, nelle quali ho veduto, che bisognava prendere la ragione di E D ad una linea minore di D I, come $\frac{1}{4}$ di D C, ò $\frac{1}{3}$, ec. e non di F D, alla metà di D C. Per trovare questa proporzione, e rigettare quella del Galileo, io ho fatto i seguenti raziocinj.

I. Suppongo primieramente, che il legno, il ferro, e gli altri corpi solidi abbiano le fibre, e le lor parti ramose, ed intralciate fra loro, e non possano separarsi se non con una certa forza: che esse tutte insieme constituiscano la fermezza, e resistenza di questi corpi ad esser rotti, quando si tirano perpendicolarmente in giù, secondo la lor lunghezza.

II. Che queste parti possano distendersi più, o meno, per mezzo di differenti pesi, e che vi è finalmente una distrazione, che non possono esse soffrire senza rompersi, talmentechè, se bisogna, che un solido sia distratto 2. linee per esser rotto, e che un peso di 500. libbre possa fare questa distrazione, un peso di 125. libbre non lo farà distendere più di $\frac{1}{2}$ linea in circa, e che così ciascuna distrazione farà equilibrio con un certo peso.

 Ciò

Ciò supposto, si consideri la bilancia ACB (*Fig.* 105. *Tav. V.*) mobile sul punto d'appoggio C, caricata in B d'un peso F, che fa equilibrio con i pesi eguali G, H, I; la distanza BC è a CE come 12. a 1; CD è doppia di CE, e CA doppia di CD: ora se il peso G è 12. libbre, bisognerà un peso in F di 4. libbre per sostenerlo, poichè la distanza BC è tripla di CA; non bisogneranno più di 2. libbre in F per sostenere il peso H, ed una libbra solamente per sostenere il peso I: e in tal modo un peso di 7. libbre in F farà equilibrio con questi 3. pesi, ciascuno di 12. libbre in G, H, ed I; se dunque si aggiunge un piccol peso in F, i 3. pesi si solleveranno; e benchè si sollevino inegualmente, ciascuno agirà con una gravità di 12. libbre, secondo la propria distanza dal punto C, ma non succede l'istesso delle parti d'un solido, che si rompe a traverso: e per farlo vedere,

Supponghiamo, che FC sia 12. piedi (*Fig.* 106. *Tav. V.*) CA, 4; CE, 2, e CB, 1. piede; ed il solido ACPQ sia unito al solido immobile ACPQ per mezzo delle 3. corde eguali, ed egualmente forti DI, GL, HM, un poco tese, le quali passino a traverso i piccoli fori nel solido ACPQ, ed annodate sopra l'altre, come si vede nella figura; si supponga ancora, che affinchè ciascuna corda sia pronta a rompersi, bisogni che sia distratta 2. linee più di ciò che ella non è, e che un peso R di 4. libbre sospeso in F possa esser forte abbastanza per ridur la corda ID a questa distrazione di 2. linee, e che aggiungendovi un piccolissimo peso, debba essa rompersi: egli è chiaro, che bisogneranno due libbre in R per distendere 2. linee, la corda GL, essendo sola, ed 1. libbra solamente per distendere parimente la corda HM, se il centro del moto è in C: ma perchè, quando la corda DI è distratta 2. linee, la corda GL non è distratta che una linea, e la corda HM una $\frac{1}{2}$ linea, quando si tirano tutte insieme, ne segue per la seconda supposizione, che un peso d'1. libbra in circa farà allora equilibrio con la tensione della corda GL, che non è più d'una linea, e che non bisogneranno, che sole 4. once per far equilibrio con la tensione della corda HM, benchè la resistenza totale di quest' ultima sia 1. libbra; e per conseguenza per ridur le tre corde in questo stato, basterà che il peso R sia lib. $5\frac{1}{4}$, e che se vi s'aggiunge un piccolissimo peso, la corda DI si romperà, e quasi nell'istesso momento le due altre, perchè resistono esse molto meno, che tutte tre insieme.

Applichiamo ora questi raziocinj al solido ABCD (*Fig.* 107. *Tav. V.*) fitto a traverso nel muro EADO, e supponghiamo, che tirandolo in giù perpendicolarmente, bisognasse 600. libbre per romperlo: dico, che se AD è diviso in tre parti eguali ne' punti G, H; e CD stia a DH, come 60. a 1. basterà, che il peso L sia 10. libbre

per

per rompere il ſolido, laddove ſecondo il Galileo, biſognerebbe, che e' foſſe 15. libbre, poichè C D ſta a D I metà di D A, come 60. a 1 $\frac{1}{2}$, ovvero come 40. a. 1., eſſendo 600. il prodotto di 15. per 40.

Per provare queſta propoſizione, ſupponghiamo, come abbiamo ſpiegato quì ſopra, che la fibra in A debba diſtrarſi 16. particelle per romperſi, e che biſogni una eguale diſtrazione per romper le fibre in G, I, ed H: egli è chiaro, che queſt' ultime non reſiſteranno con tutta la lor forza per impedir la rottura della fibra verſo A, e che ſe eſſe reſiſtono in ragione della lor diſtanza dal punto D, e ſe biſognano 16. lib. in L per romper la fibra in A, ne biſognerebbero ſolamente 12. per romper la fibra in G, 8. per romper la fibra in I, e 4. per romper la fibra in H; ma perchè, quando la fibra in A ſi rompe, la fibra in G non ſarà diſtratta più di 12. parti, quella in I più di 8, e quella in H più di 4. ne viene ancora un altra ſimil proporzione; in luogo di 12. lib. per romper la fibra in G, non ne biſogneranno, che 9. libbre, cioè $\frac{3}{4}$ di 12, e 4. lib. per romper la fibra verſo H. Ora 12. è media proporzionale tra 16, e 9, e 4. tra 16, e 1, e per conſeguenza queſti numeri 1, 4, 9, 16 eſſendo quadrati, ſe ſi concepiſce la lunghezza A D diviſa all' infinito, le reſiſtenze di tutte le fibre ſaranno nella proporzione de' quadrati andantemente, cominciando dall' unità; ma ſe ſi prendono numeri qualunque di quadrati andantemente, cominciando dall' unità, tre volte la lor ſomma meno il numero triangolare, che corriſponde all' ultimo termine della progreſſione, ſarà eguale al prodotto del maggior quadrato per il numero della progreſſione, cominciando da zero, e queſto numero triangolare eccedente ſtarà a queſto prodotto ſecondo la progreſſione all' infinito $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{16}$ ec. dunque queſt' eceſſo all' infinito ſarà come niente, e per conſeguenza tutti i quadrati all' infinito preſi inſieme, non faranno, che il terzo di altrettanti quadrati eguali al più grande, aggiungendovene uno, per il primo termine zero della progreſſione, nella ſteſſa maniera, che ſe prendeſi una progreſſione per ordine, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, ec., la ſomma di tutti queſti numeri è la metà del prodotto del più grande per il numero de' termini della progreſſione.

Per provare per induzione queſta proprietà de' quadrati andanti, prendiamo l' unità, che è il primo quadrato, il triplo dell' unità è 3; l' unità moltiplicata per i numeri de' termini della progreſſione, 0. 1, è 2, che è minor di 3. del primo numero triangolare 1, che è la metà del numero 2; 1, e 4 fanno 5; tre volte 5 fa 15; il prodotto per la progreſſione, 0, 1, 2, è 12 minor del 15. di 3, che è il ſecondo numero triangolare, e che è $\frac{1}{4}$ di 12; 55. è la ſomma de' 5. primi quadrati; tre volte 55. è 165; il più gran quadrato 25. moltiplicato per

16.

i 6. termini della progressione, 0, 1, 2, 3, 4, 5, è 150 minore del 165 di 15, che è $\frac{1}{10}$ di 150.

Per sapere se l' esperienza fosse conforme al mio raziocinio, feci tornire due pezzi di legno ben secco, uno di essi rappresentato da A B (*Fig.* 108. *Tav. V.*) che aveva alle cime due piccole palle, essendo il rimanente C D grosso per tutto 3. linee; l' altro E F era in tutta la sua lunghezza grosso 3. linee; posi la cima di quest' ultimo fino al punto G in un piccol buco fatto in una trave, che lo conteneva esattamente, ed attaccai all' altra cima in F un peso di 6. libbre; la distanza G F era 4. pollici, o 48. linee, e per conseguenza ell' era 48. volte più grande del terzo della grossezza del bastone cilindrico G F, poichè questo terzo non era che una linea; e secondo il Galileo, la proporzione del peso era aumentata 32. volte: ma il bastone si curvò un poco, e la distanza non fu più, che come 30. ad 1. in circa; il peso I di 6. libbre sospeso al punto F fece rompere il bastone nel punto G: or se la forza di questo peso non fosse stata aumentata che 30. volte, non dovrebbe fare che un sforzo di 180. libbre, che è il prodotto di 30. per 6: io sospesi dipoi il bastone A B con 4. corde attaccate ad una corda, che era avvoltata due volte al collo D, ed era ritenuta dalla palla B D, ed accomodai pure 4. altre corde alla palla C A per sospendervi un peso di 180. libbre, che doveva rompere il bastone A B, tirandolo in giù verticalmente, se la regola del Galileo fosse stata vera, ma esso però non si ruppe. L' esperienza si fece in presenza de' Sigg. di Carcavy, di Roberval, ed Huyghens; feci aggiungere de' pesi di 10. ò 12. libbre, l' uno dopo l' altro, e finalmente quando vi furono in tutto quasi 330. libbre, egli si ruppe nel punto H. Ora, se prendesi la proporzione di 47. a 1. (che è il terzo della grossezza) poichè il bastone si piegò un poco prima di rompersi; il prodotto di 47. per 6 è 282 in vece di 330; ma egli è verisimile, che se si fossero messe solamente 300. libbre, e vi si fossero lasciate appese per qualche tempo, come si lasciarono le 6. libbre in I, si sarebbe rotto egualmente; ma finalmente la proporzione fu molto più grande, che 30. a 1, e non vi mancò che $\frac{1}{7}$ in circa, sicche ella non fosse come 47. a 1; e tal difetto potè procedere dall' essere il bastone forse più debole verso il punto G, o un poco più grosso: si ricominciò l' esperienza lasciando molta grossezza nelle cime del bastone E F, e 2. pollici solamente di grossezza da G verso F, affinchè questa parte si piegasse pochissimo. Mi servii dipoi di alcuni cannoni di vetro sodo, grossi $\frac{1}{2}$ di linea, e trovai sempre appresso a poco, che bisognava prendere la proporzione della lunghezza del cilindro di vetro a un terzo della sua grossezza: ed in un esperienza, in cui secondo il Galileo, non sarebbero bisognate più di 30. libbre per rom-

rompere la verghetta di vetro situata a piombo tirandola in giù, bisognò attaccarvene 50. Il Sig. Hubin, per poter sospendere il detto cilindro di vetro, adattò alle cime di esso due piccole palle.

Si può opporre, che nel legno, nel vetro, o ne' metalli, non vi è cosa alcuna che si distragga avanti, che si rompano, io accordo, che la distrazione del vetro non è sensibile, ma quella de' metalli si riconosce facilmente dal veder le corde del cimbalo, di qualunque metallo esse sieno, distendersi sensibilmente; d' onde ne segue, che anco un cilindro grosso un pollice dee distendersi, ma perchè si distenda sensibilmente ci bisognerà un peso di più di 2000. libbre; e poichè in una percossa una palla di vetro, e d' acciaio si affonda, e dipoi si rimette, ammaccandosi per la percossa, e rimettendosi nella sua primiera figura, si vede, che anco il vetro, e l' acciaio può distendersi. Se si lascia cadere un cilindro di legno secco, grosso un pollice, sopra una pietra piana, egli rimbalza, e conseguentemente ha dell' elasticità, e le sue parti soffrono estensione, e pressione: e perchè l' esperienza fa vedere, che un sottil bastone, che pieghisi per romperlo, ristringendosi nella concavità della sua piegatura, si distende necessariamente nella convessità, prima di rompersi; si può concludere, che è necessario uno sforzo per far la compressione verso la concavità.

Ciò supposto, se ABCD (*Fig.* 107. *Tav. V.*) sia un bastone quadrato fitto nel muro, si può concepire, che da D fino ad I, che è la metà della grossezza AD, le sue parti sono compresse dal peso L, e più quelle vicine a D, che quelle vicine ad I, e che da I fino ad A esse si distendono, come abbiamo spiegato, ed alla parte IA si potrà applicare l' istesso raziocinio delle corde, *Fig.* 106; d' onde ne seguirà, che come sta la lunghezza IF al terzo della grossezza IA, nella stessa ragione s' aumenterà la forza del peso L per rompere il solido: e siccome bisogna più forza per premere le parti verso D, che verso H, se si suppone, che questa forza diminuisca secondo l'ordine de' numeri fino all' unità, bisognerà ancora la stessa proporzione della lunghezza IF, al terzo della larghezza DI per far questa pressione; e siccome egli è molto verisimile, che queste pressioni resistano quanto le estensioni, e vi bisogni anco un peso per farle, così la forza del peso L si dividerà tra queste estensioni, e queste compressioni; ed aggiungendo il terzo della grossezza IA, al terzo della grossezza ID, il tutto sarà eguale al terzo della grossezza AD; sicchè seguirà lo stesso, come se tutte le parti si estendessero: per ridurre adunque la distrazione presso il punto A alla rottura, bisogna, che il peso L sia un poco maggior di 10. libbre per rompere il solido ABCD, se la lunghezza CD sta al terzo della grossezza AD, come 1. a 30; e un poco più di 300. libbre

bre saranno necessarie per romperlo, tirandolo di sù in giù perpendicolarmente: perchè lo stesso dee succedere per lo sforzo del peso, come se le parti tra I, D, si distraessero come le superiori.

Ho veduto con l' esperienza fatta col Sig. Hubin, che un filo di vetro grosso $\frac{1}{4}$ di linea, e lungo 4. piedi, si estendeva $\frac{4}{3}$ di linea senza rompersi, e lasciandolo in libertà, riprendeva la sua primiera estensione; se ne fecero estendere tre della medesima grossezza, che si ruppero, essendo stesi una linea e mezzo. Per conoscer ciò, v' era alle cime di ciascun filo una palla di vetro di 2. ò 3. linee; si teneva ferma una di queste palle tra due chiodi incrociati, fitti presso la cima d' una tavola fino alla lor metà, di maniera, che facendo anco della forza non si smuovevano sensibilmente; e per conseguenza la palla del filo, che era obbligata tra' due uncinetti, non si poteva accostare verso l' altra parte della tavola. Il filo per tutta la sua lunghezza posava sulla tavola, ma tirandolo mediocremente non vi posava più; v' erano tre piccoli buchi fatti con uno spillo, per distinguere quanto il filo s' allungava; la palla dall' altra cima, che si tirava, toccava la tavola, e si notava, che toccava con la sua estremità il primo buco, tirandolo mediocremente; e tirandolo più forte, arrivava fino al secondo, e tirandolo ancor più, giungeva al terzo, ed allentandolo un poco, ritornava al secondo, o al primo. Per far meglio l' esperienza, sarebbe stato necessario, che si fosse cacciata in un buco, fatto in un pezzo di ferro, una delle cime del filo, e che l' altra cima fosse stata attaccata a 2. ò 3. piccole cordicine, che unite insieme ne avessero formata una sola, che si sarebbe potuta avvolgere ad un bischero di liuto, o d' altro strumento per distendere il filo, avvolgendolo a poco a poco. Si sarebbero fatti de' segni per riconoscer l' allungamento, e si potrebbe ancora far sonare il filo di vetro come una corda di cimbalo.

Ciò supposto, ecco l' esperienze che ho fatte per la resistenza de' solidi: queste regole possono essere di grand' uso agli Architetti per le travi, per gli sporti, ec.

Un cannon di vetro grosso $\frac{5}{3}$ di linea s' è rotto mediante il suo proprio peso, sportando 6. piedi fuori del buco ov' era fitto.

Un cilindro di marmo nero di lin. 5. di diametro, ha sostenuto orizzontalmente 190. libbre, cioè $10\frac{1}{2}$ alla distanza di 48. linee. Il quadrato di $\frac{5}{3}$ è $\frac{25}{9}$; il suo prodotto per 1. piede di lunghezza, ovvero 144. linee, è $\frac{3600}{9}$, ovvero 400. linee, e però 6. piedi saranno 2400. lin. cubiche; come 14. a 11, così 2400. a 1886. linee, e perchè un pollice cubico, ò 1728. linee pesano 2. once, dramme 1; 1886. linee peseranno quasi 2. once, e 3. dramme.

La metà della lunghezza di 6. piedi è 36. pollici, ovvero 432. linee;

nee; come il terzo di $\frac{5}{3}$ di linea, cioè $\frac{5}{9}$, sta a 432, così 2 once $\frac{1}{3}$ a 1814, che divise per 16. once danno 113. libbre, once 6, che sarebbe il peso, che sosterrebbe perpendicolarmente questo cilindro di vetro grosso $\frac{5}{3}$ di linea.

Una verga di vetro grossa lin. 1 $\frac{1}{4}$, e lunga 11. poll., posta sopra due regoli distanti fra loro 9. poll., larghi, e grossi un poll., essendo caricata nel mezzo d' un peso di libb. 1 $\frac{1}{4}$ messo in un vasetto di latta sospeso con una corda, si ruppe nel mezzo: una simil verga posta nell' istessa maniera, ma serrata nelle cime fra due regoli, e due assicelle di legno larghe quanto i regoli, si ruppe mediante un peso di libbre 3, e un oncia, sospeso nel mezzo; la rottura si fece nelle due cime vicine a' regoli, ed anco una delle cime si ruppe alla distanza di 3. linee dall' appoggio; così si può prendere per regola, che le due estremità vicino all' appoggio si rompono in questo ultimo caso, e per conseguenza ci bisogna una forza doppia di quella, che si richiede, quando l' estremità son libere, e quando la verga si rompe nel mezzo.

Una verga simile posta col suo mezzo sul taglio d' un coltello (verso le cime di questa si era messa della cera lacca per impedire alle corde, che sostenevano il peso, di scorrere, e per segnare la lor distanza, che era 9. pollici) non bisognò più d' una libbra e mezzo, e circa 3. once per romperla; cioè, questo peso si era messo in due vasetti, in ciascuno de' quali eravene libbre 1. meno 2. once $\frac{1}{4}$; la verga si ruppe alla distanza di tre linee dal coltello; cioè 3. linee lontano dal mezzo, ove era un segno bianco per conoscere il mezzo della verga.

Una lama di spada posta con la punta all' ingiù in un buco obliquamente, sostenne 68. libbre, ed una piccola lama di ferro ne sostenne 80.

E' manifesto, che se un solido A B si rompe con un peso L (*Fig.* 109. *Tav. V.*) sospeso nel mezzo E, essendo appoggiato in cima a' due regoli G, F, dee rompersi egualmente quando l' appoggio è in E, e le due potenze in A, e B, eguali fra loro, e che prese insieme sieno eguali alla forza del peso L, poichè si fa sempre in E l' istessa forza. Il Galileo ha dimostrato, che il medesimo peso, che rompe il solido in E, romperà un solido della stessa grossezza fitto in un muro fino al punto A, se la sua lunghezza è eguale ad A E; d' onde segue, ciò ch' io ho trovato coll' esperienza, cioè, che un vetro piano A B lungo 12. poll. posato, ed appoggiato sulle cime, e che resta in falso per 9. pollici, essendosi rotto con un peso di libb. 1. onc. 10. e dramme 5, si ruppe con lib. 3. onc. 5. e dramme 4, allorchè l' estremità si serrarono con alcune cordicelle tra due appoggi, e assicelle piane; perchè allora debbon rompersi in A, e B vicino agli appoggi; e perchè i due pezzi E A,

EB

EB resistevano nelle loro estremità due volte più, che il solo pezzo EA nella sua estremità A, bisognò mettere in L un doppio peso.

L' istesso Autore ha dimostrato ancora, che se gli appoggi sono a doppia distanza, la metà del peso, che era in E, basterà per rompere il solido; e la ragione di ciò si è, che la leva diventa il doppio più lunga, ed il peso per conseguenza ha doppia forza, restando la contralleva l' istessa; ma se il solido è il doppio più grosso, sarà necessario un peso quadruplo, perchè e vi è il doppio di parti da distaccare, e la forza della leva scema per la metà; per questo il peso dee esser quadruplo, e generalmente i pesi debbon esser in ragion duplicata della grossezza.

Dal detto fin quì si deduce la soluzione d' un Teorema molto sorprendente, cioè, che se sia un quadrato di legno, o di vetro, o di altra materia fragile, posato sopra un telaio, e serrato nelle sue estremità fortemente, come si serrano i vetri ne' telai delle finestre; il medesimo peso distribuito in tutta la di lui estensione, che lo romperà, romperà ancora qualunque altro quadrato della stessa grossezza, comunque siasi largo. *Fig.* 110. *Tav. V.*

DIMOSTRAZIONE.

ABCD è il telaio, che tien serrato il quadrato di vetro; EF è un altro telaio più piccolo, che serra un altro quadrato di vetro della medesima grossezza; dico, che questi sosterrà il medesimo peso distribuito: poichè sia QH una striscia posata sul piccol quadrato, e per facilità di dimostrazione sia la striscia IL nell' altro quadrato doppia in lunghezza di QH, e della stessa larghezza, e grossezza; egli è chiaro, per quello che ne ha dimostrato il Galileo, che se mettasi un peso nel mezzo di QH, precisamente sufficiente a romperla, la metà di questo peso posato nel mezzo di IL, la romperà; ma se raddoppiasi la larghezza di IL, e la striscia sia MKNS, ci bisognerà il peso intero per romperlo: perchè la leva rimarrà la stessa, ma vi sarà il doppio di parti da distaccare; e se si distribuisce il primo peso per la lunghezza di QH, bisognerà raddoppiarlo per romper la striscia QH, come ha provato lo stesso Autore: bisognerà dunque ancora raddoppiare il peso per rompere MS doppia di IL; ma se si aggiunge in croce un altra striscia OP nel piccol quadro, bisognerà raddoppiare il peso, come io ho provato anco coll' esperienza: perchè una semplice striscia essendosi rotta con un poco meno di due libbre, e mezzo, essendo poi in croce, ci bisognarono lib. 4. onc. 11. poco più, che è poco meno del doppio, lo che può procedere dal non essere stato doppio il quadrato di mezzo; se dunque si mette un altra striscia GR in croce,

lar-

larga come IN, questa sosterrà l'istesso peso della croce POQH, e se si continua a far queste croci più larghe nelle medesime proporzioni, quella della grande sosterrà sempre un medesimo peso distribuito; finalmente si può continuare ad accrescere la larghezza di queste croci, finchè non vi restino che 4. piccolissimi quadrati negli angoli di ambedue i telai; d'onde si dee conchiudere, che se si compiscono questi due quadrati, succederà sempre l'istesso effetto, e così in tutte l'altre proporzioni: perchè se il quadrato di mezzo del piccol telaio, fa che la croce non sostenga un peso doppio di quello, che sostiene la striscia, anco il quadrato del grande farà l'istesso effetto.

Queste regole servono per i solidi fragili, come il legno secco, il vetro, il marmo, l'acciaio, ec.

Ma per le materie flessibili, che si rompono solamente col tirarle, come la carta, la latta, le corde, ec. son necessarie altre regole, delle quali ecco le principali.

Regole per i solidi flessibili.

Le strisce di carta, di latta, e di altra simil materia, si rompono egualmente, corte, o lunghe, che sieno. *Fig. 111. Tav. V.*

SPIEGAZIONE.

BC è una striscia di carta incollata, o di latta, confitta sopra i due appoggi EG, FH, e non essendo punto piegata per la lunghezza CB, si pone sul mezzo della striscia un bastoncino IL, e s'attaccano alle cime, che passano di quà, e di là dalla carta, due corde per sostenere il peso P; perchè se si mettesse una corda sulla striscia di carta, ella la piegherebbe, o la taglierebbe. La striscia essendo di carta, larga 6. linee, si ruppe con un peso di 4. libbre.

Una simile striscia con i sostegni più vicini il doppio, le di cui cime erano avvolte a due bastoni GH, MN, come si vede nella *Fig. 103. Tav. V.*, si ruppe, attaccando al bastone inferiore un peso di 4. libbre.

Alcuni oppongono, che le corde KZ sostengono una parte del peso, e che la sua gravità non è impiegata a romper la striscia IL; ma egli è evidente che la striscia regge tutto ciò che le è attaccato sotto, si stendano, o nò, le corde: e per provarlo, ho fatto la seguente esperienza. *Fig. 112. Tav. V.*

Un fil di rame avvolto a spirale, e sostenuto in A da una mano, con il peso C appeso in B, si distendeva in una certa maniera mediante questo peso, più, o meno, secondo che egli era più, o meno pesante, ma tutte le distanze delle spire erano perfettamente eguali, e quando si

si sosteneva con la mano in D, le distanze rimanevan le medesime senza mutarsi, dal che si conosceva manifestamente, che la estensione delle spire superiori, quando si reggeva il filo in A, non minorava punto la forza del peso rispetto alle spire inferiori. L' istesso succede a una corda lunga, che sostenga un peso: perchè tutte le parti ne soffrono la medesima estensione, senza che le superiori scemino la estensione dell' inferiori, nè le inferiori quella delle superiori; e tanto una corda lunga, quanto una corta, sostengono sempre il medesimo peso, se non che egli accade, che in una lunga corda può trovarsi un difetto ov' essa si rompa, piuttosto che in una più corta.

L' istesso segue nelle strisce di latta: perchè in una lunga vi sarà forse un difetto, che non sarà in una corta, sicchè se si fosse presa la parte, che non si ruppe, sosterrebbe questa un maggior peso, non essendovi più il difetto: io ne ho fatte più esperienze.

Una striscia di latta, larga lin. $3\frac{1}{4}$, sostenne 100. libbre senza rompersi, e si ruppe con 130. ò 128, e tirata in giù a piombo, non si ruppe con 120. libbre, ma con 123. Si ruppe in un luogo, ov' era difettosa; si può giudicare, ch' ella avrebbe sostenuto un maggior peso, se si fosse tirata più diritta, e non vi fosse stato questo difetto.

Una striscia di latta, larga lin. $4\frac{1}{3}$, che aveva di vano nel piccol telaio, detto di sopra, poll. 5., non si ruppe con 180. lib., nè si finì di rompere, mettendovi altri pesi.

Una striscia di carta, larga 6. lin., incollata nelle cime a due traverse opposte d' un telaio, che aveva di luce poll. 5, si ruppe con libbre $4\frac{1}{2}$, e bisognò aggiungervi 4. once per romperne un altra, eguale tirata di sù in giù; due altre pure di 6. linee si ruppero con 4. libbre, tenendovi attaccato il peso per lo spazio di $\frac{1}{2}$ di minuto, tanto nel grande, che nel piccol telaio.

Un altra striscia di carta della stessa forza, larga lin. $6\frac{1}{2}$, si ruppe con 4. libbre; ell' era posta nella medesima maniera sopra ambedue i telai; pendeva da tre corde un vasetto appeso ad una corda, sostenuto da un bastoncino posto sopra la striscia; si mettevano nel vasetto a poco a poco de' pesi, finchè la striscia si rompesse. S' incollò della carta nel telaio grande, la cui luce era 9. pollici, e nel piccolo ancora, la cui luce era 5. pollici; nel mezzo della carta si pose un girello di cuoio di 3. pollici, e 4. linee, e nel centro di questo un peso di piombo di 4. libbre, la cui base, che posava sul cuoio, non era larga più di pollici $2\frac{1}{2}$; si ammontarono più pesi sopra questo primo, e la carta non si ruppe, che con un peso di 42. libbre.

L' altra carta sul piccol telaio si ruppe con 34. lib., ma il girello di questa, sopra di cui si era posto il peso, non era largo più di poll. $1\frac{1}{2}$.

Per

Per paragonare quest' esperienze fra loro, e con le strisce di carta, la larghezza del cuoio, che era sul telaio grande, essendo 3. poll., e la base del peso pollici 2 ½, il cuoio non posava bene sulla carta colle sue estremità, e si può prendere, che la larghezza della striscia, che occupava il diametro fosse 5. volte più grande di quella della striscia di 6. linee, che aveva sostenuto 4. libbre, e prendendo un altra striscia CD in croce (*Fig.* 113. *Tav. V.*) della stessa larghezza, se la prima AB sosteneva 20. libbre per esser quintupla di 4. libbre, tutte due ne sostenevano 40; le due libbre di più erano sostenute dalle 4. strisce diagonali E, R, G, F, che soffrono pochissimo, per le ragioni dette di sopra, rispetto alle corde, perchè esse son più lunghe dell' altre, e non vengono estese tanto, quanto è necessario perchè si rompano. Nel piccol telaio la striscia AB non era larga, più della striscia di 6. linee, che 3. volte e mezzo; dovea ella dunque sostenere 14. libbre, e le due in croce 28. libbre, le 6. libbre rimanevano per le 4. strisce diagonali, e benchè questo sia più in proporzione, che nel telaio grande, ciò segue appunto per l' ineguaglianza della materia, che ha la sua resistenza assoluta, minore in un luogo, che in un altro. Che se le basi de' pesi fossero state eguali in tutti due i quadrati di carta, avrebbero questi dovuto sostenere l' istesso peso; la rottura si fece in ambidue fra il peso, e il telaio di legno.

Dopo aver fatte molte esperienze di questa sorte, ne feci molte sopra de' canali pieni d' acqua; feci fare un tubo di 50. piedi, di cui si è parlato sopra, ed avendolo saldato col tamburo cilindrico d' un piede, chiuso da tutte le parti, posai il tamburo nelle sue estremità sopra tre sostegni. Le basi erano lamine di rame, grosse una linea, ed il tutto era di latta; il tubo largo 3. pollici, era saldato in un foro fatto nel mezzo della lamina superiore, e la superficie cilindrica di latta era saldata con le lamine in questa maniera. *Fig.* 114. *Tav. V.*

AB rappresenta il diametro della piastra superiore; i piccoli quadrati C, e D, la grossezza d' un fil di ferro, che contornava la latta componente la cassa, lungo la piastra, e serviva per meglio saldarvela; EF è il tubo di latta alto 50. piedi; la piastra inferiore era saldata come la superiore, con la cassa di latta; s' empì d' acqua il tamburo, e il tubo, e quando fu pieno, le piastre si piegarono, divenendo convesse, mediante il peso dell' acqua, e siccome questa faceva la forza d' una leva, la di cui cima era G, e la contralleva la larghezza della saldatura sull' estremità della latta, e sulla larghezza del fil di ferro, così la saldatura si staccò, mediante questa forza, separandosi le prime le parti più vicine a G; lo spazio che si aperse fu 4. pollici, per cui passò tutta l' acqua; si risaldò di nuovo, e nella nuova esperienza si aperse la salda-

tura della piastra inferiore: feci rifare un altro tamburo, nel quale la latta era ripiegata sulle piastre, e le copriva, e vi era saldata benissimo; si accrebbe dipoi il tubo E F fino all' altezza di 100. piedi, e questi rimase pieno molto tempo senza rompersi, ma finalmente una saldatura della cassa s' aperse di sotto da S fino a R, e si ruppe dipoi a traverso da R fino in T; le piastre s' erano incurvate più d' un pollice, ma la lor saldatura con la latta non si ruppe, perchè facendo la forza di leva, come nella prima esperienza, ed anco molto più, a motivo della forza dell' acqua, la parte saldata della latta si sollevava con la piastra, e però non poteva aprirsi nella saldatura; si era tenuto lungo tempo questo tubo pieno fino a 80. e 90. piedi, ma niente si ruppe; e perchè 100. piedi d' acqua agivano su questa cassa di latta, come se il tubo fosse stato largo un piede fino a questa altezza, come si è provato nel Discorso dell' equilibrio, si può tener per certo, che un tubo di latta di 80. piedi, largo un piede, essendo pieno d' acqua, non scoppierà.

Feci dipoi mettere un tamburo di piombo in vece d' un tamburo di latta, grosso lin. 2 $\frac{1}{4}$, largo 1. piede, alto 18. pollici; ma era piegato nel corpo come un barile fino alle piastre di piombo piane, larghe egualmente 8. pollici, e grosse lin. 2 $\frac{1}{4}$; le saldature superavano di $\frac{1}{4}$ poll. le piastre, e quella porzione, che si era rimboccata sulle piastre per unirle, talmente che erano larghe più d' un pollice; ed erano alte più di 8. linee; s' empì d' acqua il tubo alto 100. piedi, e le due piastre s' incurvarono più d' un pollice $\frac{1}{4}$, ma non scoppiò il vaso in nessun luogo: perchè la saldatura si sollevò con il rimanente, e la grossezza del piombo era troppo grande. Ci è del piombo poroso, per cui sarebbero esciti degli spilli d' acqua, com' io ne veddi una volta l' esperienza in un tamburo d' un piede $\frac{1}{2}$, grosso 2. linee, benchè il tubo non fosse più di 15. piedi: finalmente per finir l' esperienza, feci rastiare con un coltello, e limar nel corpo il tamburo per un altezza di 6. pollici, e 4. di larghezza, e quando la sua grossezza fu ridotta, ove si era limato, a poco meno d' una linea, allora ivi il piombo si gonfiò, e vi si fece una crepatura alta 3. pollici, per cui escì tutta l' acqua: si può dunque con sicurezza servirsi d' un tubo di 100. piedi, largo 12. poll., e grosso 2. lin., oppure una lin. $\frac{1}{2}$, se il piombo è buono. Ecco come si può spiegare la resistenza del tamburo di latta; bisogna considerarlo come una striscia di latta, larga 1. piede, che dee rompersi con lacerarsi: ora questa striscia è 24. volte più larga di quella di 3. linee, che sosteneva 120. libbre; dee dunque sostener circa 445. volte più; e perchè l' acqua del tubo pesava allora 5500. libbre, giacchè bisogna considerarla come se fosse della larghezza d' un piede, alta 100. piedi; ed un piede cilindrico d' acqua pesa 55. libbre, le quali moltiplicate per 100.

100. danno 5500: 45. volte 120, fa 5400, e così la proporzione è bastantemente giusta; e se la saldatura fosse stata forte per tutto, il tamburo avrebbe potuto sostenere 100. libbre, o due piedi d' acqua più alta; bisogna considerare, che non deesi valutare l' essere il peso distribuito per tutto, benchè veramente egli sia così distribuito nel far la rottura (a): se vuol sapersi la proporzione della resistenza degli altri tubi, eccone le regole da seguitarsi; si suppone, che le piastre sieno forti bastantemente.

REGOLA I.

Se l' altezza della conserva è doppia, vi sarà un doppio peso d' acqua, e perciò bisognerà nel tubo una grossezza doppia di metallo, affinchè il numero delle parti da separarsi sia il doppio. Se il diametro è più largo il doppio, vi bisognerà nel tubo doppia grossezza: perchè le medesime parti della latta non saranno caricate di più, e sono solamente doppie.

REGOLA II.

Se le piastre sono le meno forti, e vi debba seguir la rottura, supponendole di ferro di getto, o d' un altra materia cruda, e facile a rompersi, allorchè i tubi avranno un altezza quadrupla, bisognerà solamente raddoppiar la grossezza del metallo, come si è provato di sopra: perchè allora la piastra si rompe con leva, e la contralleva diviene il doppio più grande, e vi è il doppio di parti da staccare. L' istesso succederà se il diametro è doppio: perchè vi sarà un peso quadruplo; bisognerà dunque raddoppiar solamente la grossezza: dall' altra parte queste piastre differenti possono sostenere il medesimo peso, ma essendo quadruplo il peso, bisogna raddoppiar la grossezza, e se l' altezza, e la larghezza del tubo sono insieme maggiori, bisognerà fare il calcolo dell' altezza, e dipoi quello della larghezza, come nell' esempio superiore; bisognerà raddoppiar la grossezza per l' altezza quadrupla, e raddoppiar questa per la superficie quadrupla della base; dunque bisognerà quadruplicare la grossezza della piastra: ma quando il tubo sia di latta, o di rame ben flessibile, se la conserva è 4. volte più alta, vi sarà il quadruplo di peso; sarà dunque necessaria una grossezza quadrupla, e se il diametro è doppio, vi sarà pure un peso quadruplo, e bisognerà quadruplicar pure la grossezza, lo che farà una grossezza 16. volte maggiore: così se $\frac{1}{4}$ linea di grossezza di rame può sostenere l' acqua d' un tubo alto 60. piedi, e largo 4. pollici; se l' altezza

(a) Vedasi sopra di ciò la seguente Memoria del Sig. Parent.

tezza è 240. piedi, e la larghezza 8. poll., vi bisogneranno 8. linee di grossezza di rame.

E' sempre meglio fare i cannoni un poco più grossi di ciò, che dà il calcolo: perchè spesso avviene, che nella materia vi sono de' difetti. Si son veduti de' condotti di ferro gettati, di 4. poll. di diametro, e grossi 3. linee; ne' quali molti de' cannoni, che si uniscono insieme per comporre il condotto, si rompevano, perchè nel gettarli, vi erano restati de' voti, e in questi luoghi la materia era difettosa: si è veduto ancora spillar l' acqua da' lor pori le prime volte, che si adopravano, ma finalmente questi pori venivano intasati dalle particelle eterogenee, che porta l' acqua, e qualche tempo dopo servivano molto bene.

DISCORSO III.

Della distribuzione dell' Acque.

PEr distribuir l' acqua in diversi getti, e per saper quanta dar se ne dee a ciascheduno, lo che può anco servire per la distribuzione, che si fa a più Particolari dell' acqua d' una sorgente, bisogna avere una *Misura comune*, l' aperture della quale sieno quadrate, e non circolari. *Fig.* 115. *Tav. V.*

A B sia l' orlo del vaso, che serve di *Misura comune*, e C D l' altezza dell' acqua, bisognerà situare l' aperture quadrate due linee in circa sotto la superficie C D, secondo una linea retta orizzontale E N: Pertanto se siasi divisa questa Misura in più quadrati d' un pollice per tutti i versi, come E F P H ec., questi daranno più d' un pollice: perchè se i fori circolari danno 14. pinte in un minuto, i quadrati ne daranno una quantità, che starà a 14, come 14 a 11, essendo la ragione di 14. a 11. prossimamente quella del quadrato al cerchio inscritto: se dunque un pollice rotondo dà in un minuto 14. pinte, un pollice quadrato darà poco meno di 18. pinte: perchè 11. sta a 14, come 14. a $17\frac{9}{11}$; bisognerà dunque dividere E F in 14. parti eguali, e se E R contiene 11. di queste parti, il rettangolo E R S H sarà prossimamente eguale a un pollice circolare, e darà un pollice, cioè 14. pinte d' acqua in un minuto, se però l' acqua del vaso, che serve di Misura, resti sempre all' altezza C D. Si faranno più aperture di seguito, eguali ad E R S H sotto la medesima linea E N, come R L T S, L M V T ec.; e se si vuol dare $\frac{1}{2}$ poll., bisognerà dividere uno di questi rettangoli, come O Q I G, per metà colla linea X Y, e ciascuna metà darà $\frac{1}{2}$ pollice d' acqua, cioè 7. pinte in un minuto, e così di tutte l' altre divisioni, prendendone

done il terzo, come IKZQ, o il quarto ec. Vi è anco questo vantaggio, così facendo, che se l'acque, che mantengono questi getti, scemano, e che nello scorrere non riempiono più d' $\frac{1}{3}$, o della metà, o di $\frac{2}{3}$ dell' altezza de' fori del vaso, tutti i Particolari perderanno proporzionatamente, lo che non s' ottiene, quando i fori son circolari; e se in proporzione vi è maggiore sfregamento ne' piccoli fori, che ne' grandi, (a) sarà questa perdita ricompensata dall' avanzarsi più presto l' acqua ne' piccoli getti, che ne' grandi: se vogliasi dare 3. ò 4. pollici d' acqua, si prenderanno 3. ò 4. aperture intere, ciascuna eguale ad ERSH, come EHVM, eguale a tre aperture; ma bisognerà separare un poco l' aperture, quando non si dà che un pollice a ciascun Particolare, perchè le loro acque si confonderebbero, se non vi fosse tra loro più di 2. ò 3. linee di distanza; bisogna che l' imboccatura di ciaschedun tubo sia larga abbastanza per ricever l' acqua di ciascuna divisione.

Ecco come si può distribuire una fontana in una Città a più Particolari.

Suppongo che la fontana dia 40. pollici d' acqua nell' Estate, e 50. d' Inverno, e 45. nell' altre stagioni: bisogna fare più conserve, come FGHI, ove l' acqua si scarichi. *Fig. 116. Tav. V.*

Nella prima, che sarà la più grande, si lascerà alzar l' acqua fino ad un altezza AB, ove si farà un apertura per cui possa traboccare l' acqua per mandarla altrove, e si faranno i fori per la prima distribuzione in C, D, E, un piede sotto AB; questi fori potranno essere, presi insieme, tanto grandi da lasciar passare 20. pollici d' acqua, ed i 25. pollici rimanenti passeranno di sopra ad AB. Egli è chiaro, che quando l' acqua sarà in maggior copia, l' elevazione dell' acqua corrente sarà maggiore al disopra di AB, e quando ella sarà più scarsa, sarà minore; ma non sarà, che d' un pollice al più; talmente che quando l' acqua, che entra nella conserva, sarà 50. pollici, ne passerà quasi 20. pollici $\frac{1}{2}$ in circa per i 3. fori, e non ne passerà più di 19 $\frac{1}{2}$ in circa, quando nella conserva entreranno 40. pollici solamente: l' istesso si farà riguardo all' acqua, che passerà sopra ad AB, e rispetto a quella, che passerà per i fori; e gli si faranno delle piccole conserve in altri Quartieri della Città, ove si distribuiranno a' Particolari i 25. pollici, ed i 20, osservando sempre di fare i fori 12. pollici, ò 10. almeno sotto AB. Finalmente succederà, che nell' abbondanza d' acqua

(a) Per determinare la diversa diminuzione della quantità dell' acqua dependente dallo sfregamento ne' fori, o zampilli di differente diametro, della quale parla in più luoghi di questo Trattato il Sig Mariotte senza assegnar la maniera di determinarla precisamente, vedasi il Problema del Sig. Carré a c. 193. di questo Tom. II.

avanzeranno 5. ò 6. poll. d'acqua, che si daranno al Pubblico in qualche luogo poco frequentato, per un qualche uso, siccome non durerà questa molto tempo, lo che s'osserverà anco negli altri condotti C, D, E: perchè anco in questi vi saranno sempre degli avanzi d'acqua, che s'erogherà in vantaggio della Città, o per formare vivai, o altri serbatoi d' acqua da conservarsi molto tempo, senza che ve n' entri della nuova, da rinnuovarsi poi di tanto in tanto; ed il resto sarà egualmente distribuito sul piede di 45. pollici, se non che ne toccherà qualche volta un poca più, talvolta un poca meno.

Frontino Autor Romano ha parlato di questi condotti d'acqua in altra maniera; egli chiama *Quinaria*, ciò che noi chiamiamo pollici, ma la sua *Quinaria* era un poco più piccola: pare, che la maniera d'applicar ciò ch' egli chiama *calice*, a piè del quale v'era un piccol tubo della grandezza della sua *Quinaria*, non potesse esser giusta, e torna meglio condur fino a un Quartiere della Città, 10. pollici, se non si debbon dare più di 10. pollici d'acqua a' Particolari, che vi sono, e scaricarli in una conserva lunga, a cui si applicherà una Misura Comune, come si è detto di sopra, distribuendo un pollice, o $\frac{1}{2}$ pollice, secondo il diritto de' Particolari, e quando alcuni di essi non ne vogliono più di una linea, che è la 144. parte d'un pollice, o 2. linee, che è la 72. parte del pollice, allora bisognerà fare la Misura comune in una maniera diversa da quella detta di sopra. In una piccola conserva separata, ove si farà passar l'acqua di 5. linee sopra l'aperture, fatto un foro quadrato largo 4. linee, si leveranno $\frac{3}{14}$ della larghezza, lasciando stare l'altezza di 4 linee, che darà la nona parte d'un pollice, cioè 16. linee; la metà di questa larghezza darà 8. linee, e il quarto 4. linee; ovvero si farà passar 6. linee $\frac{1}{2}$ d'acqua sopra una apertura d'una linea in quadrato, dalla quale si leveranno $\frac{3}{14}$, per avere il valore d'una linea rotonda precisamente, che darà $\frac{11}{14}$ di 14. pinte in un minuto, e 144. pinte in 24. ore, di quelle delle quali 36. fanno un piede cubo: Se si raddoppia la larghezza, questa sarà 2. linee, le quali daranno una botte in 24. ore, e 12. pinte in un ora, e 3. pinte in un quarto d'ora; e per esser sicuri di non darne più, o meno di 2. linee, bisognerà contare il tempo, nel quale questo foro empie un mezzo sestiere, e se ciò si fa in 75", la misura sarà giusta: bisognerà condurre questa poca acqua in canali d'un pollice almeno, perchè essi potrebbero intasarsi, essendo più piccoli, ed anco ogni 10. anni sarà bene osservare, se le Misure sono ripiene di qualche materia pietrosa, che diminuisca l'aperture, ed in questo caso bisogna rifarle di nuovo.

Allorchè i cannoni de' condotti non son molto larghi, vi s' ammassa ne' luoghi più bassi un fango sottilissimo, che portano sovente seco

co l'acque anco più chiare, il quale venendo a indurirsi, chiude interamente il canale; per questo tornerà bene in questi luoghi più bassi fare dell' aperture di tanto in tanto per far escir l' acqua con violenza, che trasporterà seco questo limo, purchè egli non sia petrificato.

Succede ancora, che essendo obbligati a far passare un canale sopra qualche eminenza, bisogna far saldare alla parte più alta del condotto del canale un altro piccol tubo, che si chiama sfiatatoio; questi ha una chiave a una mediocre altezza sopra il cannone del condotto, la quale s' apre di tempo in tempo per far escir l' aria, che essendo trasportata con l' acqua s' ammassa nella parte superiore del condotto, ed essendo compressa dall' acqua, sfugge ribollendo, dando de' colpi sì violenti contro i cannoni del condotto, che spesso vi si fanno delle aperture, se questi non è tanto forte da resistervi, e finalmente lo fa scoppiare, se egli è di una materia fragile.

R E G O L E
PER I GETTI D' ACQUA
DEL SIG. MARIOTTE
SOCIO DELL' ACCADEMIA REALE DELLE SCIENZE. (*)

Della quantità d' acqua, che esce da differenti zampilli, secondo le differenti altezze delle Conserve.

Un piede cubo d' acqua pesa 70. libbre, e contiene 36. pinte, misura di Parigi, quando son misurate giuste: ma se l' acqua passa gli orli della misura, come può succedere, senza ch' ella si versi, la pinta d' acqua peserà allora 2. libbre; e 35. faranno il piede cubico. La botte di Parigi contiene 280. di quest' ultime pinte, e 288. dell' altre.

Un pollice d' acqua si è l' acqua, che esce da un foro circolare d' un pollice di diametro posto verticalmente in un lato d' una vasca, allorchè la superficie dell' acqua, che mantiene il getto, resta sempre una linea sopra il foro, cioè 7. lin. sopra il centro di questo, senza alzarsi, o abbassarsi di più. Per questo foro passano in un minuto di tempo 28. libb. d' acqua, ovvero 14. pinte di quelle, che pesano 2. libbre.

Egli è vero, che nel luogo dell' apertura, ed immediatamente sopra l' apertura, l' acqua è più bassa, che altrove, ove ella dee esser più alta una linea; perchè s' ella fosse all' istessa altezza, l' estremità della superficie dell' acqua non sopravanzerebbe l' orlo superiore del foro nell' escire, ed allora in un minuto non darebbe più di 13. pinte, e $\frac{1}{5}$ in circa.

Se

(*) Queste Regole de' Getti d' acqua del Sig. Mariotte sono estratte in parte dal suo Trattato del Moto dell' Acque, e sono un Estratto per la Pratica con alcune considerazioni particolari, che egli avea intenzione di presentare al Sig. di Louvois, come si vede in fine della Prefazione della Raccolta dell' Opere diverse di Mattematica, e di Fisica dell' Accademia Reale delle Scienze, impressa a Parigi 1693. in fol. Dall' Edizione fattane in detta Raccolta, nella quale si stimarono degne d' essere inserite, noi l' abbiamo prese, tradotte, e date nuovamente alla luce, per dar tutto ciò che ci resta di quest' Autore, che sia relativo al Moto dell' Acque, avendole di più giudicate molto utili per la Pratica.

Se si vuol sapere quel che danno i fori circolari più piccoli, come d' ½ pollice di diametro, o d' ¼ di pollice; bisogna situargli talmente, che i lor centri sieno 7. linee sotto la superficie dell' acqua, che è un pollice sopra il foro, qual superficie è segnata dalla linea FF, nella *Fig.* 1. *Tav. V.* nella quale i centri A, B, C, D di differenti fori son tutti in una linea parallela a FF, e non come nella *Fig.* 2. nella quale gli orli superiori sono egualmente distanti dalla linea FF. Pertanto, se il foro B ha 6. linee di diametro, la sua superficie non sarà più d' ¼ di quella d' un pollice, e non dovrebbe dare che ¼ di 14. pinte nello stesso tempo d' un minuto; e pure ella dà ¼ di 15. pinte, quantunque tutta la superficie dell' acqua del vaso non sia più alta d' una linea sopra il foro d' un pollice, lo che procede da più cagioni, da me spiegate nel mio Trattato del *Moto dell' Acque*. La principale si è che l' acqua non s' abbassa sensibilmente sopra questi piccoli fori, e vi sta alta come nel resto della superficie: laddove nel foro d' un pollice, per far sì, che il centro sia sommerso 7. linee, bisogna che il resto della superficie dell' acqua sia quasi 8. linee sopra questo centro; perchè per mantener l' acqua del foro di 12. linee, vi bisogna il quadruplo dell' acqua, che bisogna per il foro di 6. linee. D' onde avviene, che l' acqua che dee succedere a quella, che passa per il foro grande, vien di più lontano, e per conseguenza ella non vi succede con tanta facilità, e inoltre l' acqua non è sopra il foro grande, che all' altezza di più d' una linea, laddove sopra il piccolo ve n' è per l' altezza di 4. linee, lo che facilita la successione del suo scarico. Inoltre, l' esperienze esatte di questi scarichi son difficilissime a farsi, e può prendersi sbaglio nella grandezza de' fori, nell' altezze dell' acqua ne' vasi, e ne' tempi dello scarico. Di più i getti d' acqua orizzontali danno più acqua de' verticali, ed un poco meno di quelli, che escono dall' alto al basso.

Per ben determinare un pollice d' acqua, e facilitare i differenti calcoli, secondo le differenti aperture, e le diverse disposizioni degli zampilli, si può supporre, che un pollice d' acqua dia 14. pinte, o 28. libbre d' acqua in un minuto; e su questo dato io ho fatto i calcoli seguenti.

Se si ha un pendolo di 3. piedi, 8. linee ½ dal punto di sospensione fino al centro della piccola palla, questi farà un secondo a ogni oscillazione, ed un minuto in 60. oscillazioni.

Se si vuol sapere senza *Misura* quant' acqua dà una fontana mediocre, bisogna raccoglierne l' acqua in un gran vaso; e se in ½ minuto, o in 30" ella dà 7. pinte, si dirà ch' ella dà un pollice d' acqua; s' ella dà 21. pinta, ch' ella ne dà 3. pollici, ec.

Secondo questa determinazione un pollice d' acqua darà 3. botti di Pa-

Parigi in un ora, e 72. in 24. ore. Una linea è la 144.ma parte d'un pollice, e dà una mezza botte in 24. ore; due aperture d'una linea daranno una botte; ed un apertura di 3. linee di diametro, che sono 9. linee superficiali, darà 4. botti e $\frac{1}{2}$, in 24. ore.

Ho trovato con più esperienze, che una conserva alta 13. piedi sopra il foro d'uno zampillo di 3. linee, dava un pollice d'acqua, cioè 14. pinte in un minuto, salendo verticalmente. Questo si può prendere per fondamento dell'erogazione degli altri getti d'acqua.

Quando le conserve sono alla medesima altezza, e gli zampilli differenti, le quantità d'acqua son proporzionali a' fori, da' quali esce l'acqua, o ai quadrati de' lor diametri. Così se una conserva di 12. piedi ha uno zampillo di 6. lin. di diametro, darà 4. pollici; e se il foro ha un pollice di diametro, il getto verticale darà 16. pollici, purchè i canali, che portano l'acqua, sieno d'una larghezza sufficiente, secondo le regole, che si daranno quì sotto. Per calcolare quest'erogazioni d'acqua, bisogna prendere il quadrato di 3. che è 9; e se lo zampillo nuovo ha 5. lin. di diametro, bisogna far questa regola del Tre: se 9, quadrato di 3, dà 14. pinte, quante ne darà 25, quadrato di 5? Si troverà, che il quarto numero sarà 38 $\frac{8}{9}$, e così degli altri zampilli. Eccone una Tavola.

Tavola delle quantità d'acqua, che escono in un minuto da diversi zampilli circolari, essendo l'altezza dell'acqua nel vaso a 12. piedi.

Da uno zampillo

di 1. lin. di diametro	Pinte	1 $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{18}$
di 2. lin.		6 $\frac{2}{9}$
di 3. lin.		14.
di 4. lin.		25. in circa
di 5. lin.		39. in circa
di 6. lin.		56.
di 7. lin.		76 $\frac{2}{9}$
di 8. lin.		110 $\frac{2}{3}$
di 9. lin.		126.

Se si dividono questi numeri per 14, il quoziente darà i pollici d'acqua: così 126. pinte divise per 14. son 9. pollici. Si può opporre, che in alcune esperienze, i fori grandi danno più acqua in proporzione de' piccoli; ma questo procede da cause straniere, dando spessissimo

ſimo i fori grandi meno acqua in proporzione. Ecco l' eſperienze che io ne ho fatte. Ho preſo un tubo alto 6. piedi, di 6. pollici di diametro, in fondo a cui feci un foro di 4. linee, ed uno di 12. Pieno d' acqua, ſi aperſero i due zampilli, e ſi laſciò eſcir l' acqua finchè il tubo ſi foſſe mezzo vuotato; l' acqua ch' eſciva da' due fori ſi raccoglieva in due differenti vaſi; ed in vece, che il maggiore deſſe 9. volte la quantità data dal minore, come doveva dare, non ne diede, che 8. volte in circa.

Quando l' altezze dell' acqua nelle conſerve ſon differenti, le più alte danno più, che le più baſſe, in ragion ſudduplicata dell' altezze, cioè come la minore altezza alla media proporzionale tra eſſa, e l' altezza maggiore.

Secondo queſta regola, ſe l' altezza minore dell' acqua della conſerva è 3. piedi, e lo zampillo 3. linee, biſogna prendere il 6. che è il medio proporzionale fra 3. e 12; e perchè 6. ſta a 3. come 14. pinte a 7, ſi dedurrà, che la conſerva con 3. piedi d' altezza d' acqua, darà $\frac{1}{2}$ pollice, cioè 7. pinte in un minuto per un foro di 3. linee. Se l' altezza foſſe 4. piedi, biſogna prendere il 48, prodotto di 4. per 12, la cui radice è 7. proſſimamente: e come 12. a 7, così 14. a $8\frac{1}{6}$; lo che farà conoſcere, che queſto getto d' acqua darà quaſi pinte $8\frac{1}{6}$ in un minuto.

Tavola delle quantità d' acqua, che eſciranno a differenti altezze d' acqua nelle conſerve, da uno zampillo di 3. linee, in un minuto.

Sotto l' altezza di piedi	Pinte
6.	10. ſcarſe
8.	$11\frac{1}{2}$ ſcarſe
9.	$12\frac{1}{6}$ ſcarſe
10.	$12\frac{5}{6}$ ſcarſe
12.	14.
15.	$15\frac{1}{3}$ ſcarſe
18.	$17\frac{1}{6}$
20.	$18\frac{1}{12}$
25.	$20\frac{5}{6}$
30.	$22\frac{1}{6}$
35.	24. ſcarſe
40.	$25\frac{2}{3}$
45.	$27\frac{1}{6}$
48.	28. ovvero 2. pollici.

Allorchè le conserve hanno più di 50. piedi d' altezza, gli zampilli di 3. linee son troppo stretti, e la quantità dell' acqua divien sensibilmente minore della proporzione sudduplicata di 12. a 60. ò ad 80. ec. sì per lo sfregamento, maggiore in proporzione, sì per la maggior resistenza dell' aria.

Quando per mancanza di sufficiente larghezza ne' tubi del condotto, o per altri impedimenti, l' acqua non sale quanto dovrebbe, bisogna calcolar la quantità dell' acqua secondo l' altezza della conserva, che conviene al getto, sulla Tavola seguente: per esempio, se una conserva di 45. piedi non facesse alto il suo getto più di 20. piedi, bisognerebbe fare il calcolo dell' erogazione dell' acqua, come se l' altezza della conserva fosse 21. pied. e 4. pollici. Gli zampilli di lin. $1\frac{1}{4}$ non vanno tant' alto quanto quelli di 4. ò 5. linee, sotto un altezza d' acqua di 8, 10, ò 12. piedi ec.; ma non bisogna lasciar di calcolare la quantità dell' acqua secondo l' altezza della conserva, quando il condotto è libero. Talvolta, nel far l' esperienze, si trova, che, essendo i canali molto disuguali, i maggiori danno l' acqua in ragione maggiore della sudduplicata. Ma questo procede dalla necessità di versar con una velocità grande l' acqua per mantenere il getto maggiore, che ne consuma molta, il che dà un urto all' acqua della conserva, che la fa escir per lo zampillo con velocità maggiore di quella, che le imprime il solo suo peso.

DELL' ALTEZZA DE' GETTI.

La resistenza dell' aria impedisce, che i getti non salgano fino all' altezza del pelo dell' acqua nelle conserve, e quanta più aria debbono attraversare, tanto più è considerabile la differenza. Ecco una regola per cui si può sapere quanto diminuiranno i getti dall' altezza della conserva.

Prendasi una palla di piombo del diametro d' un pollice in circa, ed una palla di legno del diametro quasi eguale a quello del foro, la di cui gravità sia poco minore di quella dell' acqua, sicchè galleggiando sull' acqua, vi stia quasi tutta sommersa: si gettino ambedue in alto con la stessa forza, talmente che la palla di piombo arrivi fino all' altezza dell' acqua nel vaso, o molto vicina; s' osservi fin dove arriverà la palla di legno, e questa sarà l' altezza all' incirca del getto.

L' altra regola per mezzo del calcolo si è, che le differenze dell' altezze delle conserve, e dell' altezze de' getti crescono in ragione duplicata della loro altezza, cioè in ragion de' quadrati della loro altezza: per esempio, se il primo getto è 5. piedi, e la sua conserva sia più alta d' un pollice, un getto di 10. piedi avrà la sua conserva più alta

alta 4. pollici; perchè 5. ſta a 10. come 1. a 2, ed il quadrato di 2. è 4: dunque come 1. ſta a 4, così 1. poll. a 4. pollici. Si ſuppone, che i tubi ſieno ſufficientemente larghi, ſecondo le regole che ſe ne daranno.

Tavola delle differenti altezze de' Getti.

Altezze de' Getti.		Altezze delle Conſerve.		
Piedi	5.	Piedi	5.	Pollici 1.
	10.		10.	4.
	15.		15.	9.
	20.		21.	4.
	25.		22.	1.
	30.		33.	
	35.		39.	1.
	40.		45.	4.
	45.		51.	9.
	50.		58.	4.
	55.		65.	1.
	60.		72.	
	65.		79.	1.
	70.		86.	4.
	75.		93.	9.
	80.		101.	4.
	85.		109.	1.
	90.		117.	
	95.		125.	1.
	100.		135.	4.

Lo sfregamento con gli orli degli zampilli ſcema un poco di queſta proporzione nelle grand' altezze: per queſto egli è neceſſario, che in queſte grandi altezze gli zampilli abbiano un foro di 10. ò 12. lin., perchè ſe n' aveſſero 2. ò 3. linee, l' acqua ſalirebbe molto meno di ciò che dà queſta Tavola; oltre di che l' aria reſiſte molto più a un piccol corpo, che ad un più grande, come ſe ne vede l' eſempio nell' armi a fuoco, che portano più lontano una palla groſſa, che una picoliſſima, come la munizione, o la polvere di piombo. Se un tubo alto 136. piedi fa ſalire il getto a 100. piedi, eſſendo lo zampillo 12. linee, non ſi dee dedurre, che un tubo di 344. piedi, per un medeſimo zampillo faccia ſalire il getto a 200. piedi, benchè l' altezza di 344 piedi ecceda di 200. piedi l' altezza 144, quadruplo di 36: nella velocità di queſti getti l' aria reſiſte tanto, che l' acqua mediante l' urto ſi ri-

riduce in particelle impercettibili, che non poſſono alzarſi molto. Ho ſperimentato, che e' biſogna ancora, che i tubi abbiano una gran larghezza fino allo zampillo, e tanto più grande, quanto è più largo lo zampillo. Ecco le regole per queſte grandezze.

Una conſerva di 5. piedi, con uno zampillo di 6. linee, dee avere il tubo vicino allo zampillo, largo 2. pollici in circa. La miglior figura per il cannone del condotto fino allo zampillo dee eſſer ſimile ad A B C, nella *Figura* 3. *Tav. V.*; cioè la piegatura in B non dee eſſere ad angoli retti, come nella *Fig.* 4. *a b c d*: e nelle mediocri altezze, cioè fino a 10. ò 12. piedi, non biſogna che lo zampillo in cima ſia lungo come *c d*, perchè lo sfregamento ritarderebbe il getto moltiſſimo; ma baſta la groſſezza del metallo, come nella *Fig.* 1. Se la conſerva è alta 21. piede, e 4. pollici, ed il foro dello zampillo 6. linee, il getto non ſalirà 20. piedi, ſe il canale del condotto non è più di 2. pollici; perchè lo sfregamento ſarà troppo grande nel tubo ſtretto, ove l' acqua ſcorrerà due volte più preſto, che quando l' acqua nella conſerva è alta 5. piedi, e per conſeguenza biſogna farlo più largo, affinchè l' acqua vi ſcorra quaſi con l' iſteſſa velocità: biſogna dunque in vece di 2. pollici, ch' egli ne abbia 2 ½ in circa; perchè eſſendo le velocità in ragion ſudduplicata dell' altezze, la velocità di queſt' ultimo getto ſarà doppia dell' altra, e perciò il quadrato del diametro della larghezza del ſuo canale dee eſſer quaſi doppio dell' altro. Sopra queſta regola è fondata la Tavola ſeguente.

Tavola delle Larghezze de' Canali, e de' differenti zampilli, ſecondo l' altezza delle Conſerve.

Altezza delle Conſerve.	*Larghezza degli zampilli.*	*Larghezza de' Canali.*
Piedi 5.	Linee 3, 4, 5, ò 6.	Linee 22.
10.	4, 5, ò 6.	25.
15.	5, ò 6.	Pollici 2 ¼
20.	6.	2 ½.
25.	6.	2 ¾.
30.	6.	3.
40.	7, ò 8.	4 ¼.
50.	8, ò 10.	5 ½.
60.	10, ò 12.	5 ¾, ò 6.
80.	12, ò 14.	6 ½, ò 7.
100.	12, 14, ò 15.	7, ò 8.

Se il getto dell' acqua ha uno zampillo di 12. linee, e la conserva sia alta 84. piedi, il getto sarà quasi 65. piedi. Se i minori canali, vicino allo zampillo, son 7, ò 8. pollici, darà il getto quasi 40. pollici; e per uno zampillo di 14. lin., darà 54. pollici, che fanno 3888. botti in 24. ore: e se la conserva ha 50. piedi in quadro, bisognerà ch' ella sia alta circa 13. piedi, per poter mantenere il getto 24. ore; e per mantenerlo solamente 12. basterà ch' ella abbia 50. piedi in quadro, e 10. piedi d' altezza per contenere 1944. botti. Se i getti d' acqua non buttano continuamente, e che vi sieno ne' tubi del condotto le chiavi per fermar quando si vuole il corso dell' acqua, bisogna che le loro aperture sieno appresso a poco della larghezza de' tubi; perchè se fossero esse molto più piccole, farebbero scemare per lo sfregamento l' altezza del getto. Si posson tenere in questi luoghi i canali più larghi, ed adattar le chiavi in maniera, che le loro aperture sieno larghe quanto il rimanente de' canali.

Quando le conserve son molto alte, ed i cannoni più bassi son larghi 5. ò 6. pollici, sono più pericolosi a rompersi mediante il peso dell' acqua; e quanto più son stretti, più difficilmente si rompono, se i cannoni son della medesima grossezza: ecco le regole da seguitarsi. Supposto che l' altezza di 30. piedi d' acqua in una conserva non rompa, o non faccia scoppiare nelle saldature un cannone di rame, grosso $\frac{1}{4}$ di linea, il quale essendo meno grosso, come per esempio $\frac{1}{7}$ di linea, possa rompersi; se si allargheranno i cannoni senza rialzare l' acqua nella conserva, bisogna aumentarne la grossezza in ragion de' diametri: perchè da una parte, il peso dell' acqua sta in ragion duplicata de' diametri; perciò, se il diametro è doppio, il peso dell' acqua sarà quadruplo, e la circonferenza saldata sarà doppia, lo che rende la resistenza doppia. Dunque vi resta solamente la ragione semplice de' diametri, se si suppone che il peso dell' acqua faccia separare, e staccare le parti del metallo, e della saldatura, come le parti d' un bastone, che si tirasse perpendicolarmente: così se il canale è 6. pollici, sotto 30. piedi di altezza d' acqua, bisogna che il metallo del tubo sia grosso $\frac{1}{2}$ linea; s' egli è largo un piede, bisognerà dargli una linea.

Quando le conserve son più alte, essendo le stesse le larghezze de' canali, bisogna accrescere la grossezza del metallo a proporzione dell' altezze: così sotto una conserva di 60. piedi, essendo il canale largo 3. pollici, dee l' istesso esser grosso $\frac{1}{2}$ linea; e sotto una conserva di 120. piedi, dee esser grosso 1. linea.

Se i canali son più alti, e più larghi, bisogna considerare ambedue le proporzioni. Così se il canale è alto 60. piedi, e largo 8. pollici, bisognerà prendere $\frac{1}{2}$ linea, attesa l' altezza di 60. piedi; e rispet-

to alla larghezza, bisogna far questa regola del Tre: come 3. poll. stanno a 8. poll., così $\frac{1}{2}$ linea a $\frac{4}{3}$; lo che farà vedere, che il metallo dovrà in questo caso avere lin. 1 $\frac{1}{3}$ di grossezza.

Se si suppone, che le saldature sieno più difficili a separarsi dalle parti del metallo, si può considerar la piastra della *Fig.* 3. *Tav. V.* ove è lo zampillo, come la parte più debole, e tale da doversi rompere nel mezzo, o vicino agli orli della saldatura: e perchè un regolo di legno appoggiato nelle due cime può sostenere nel mezzo un peso doppio di quello, che sosterrebbe, se fosse due volte più lungo; e se il peso è distribuito in più parti eguali per la lunghezza d' un regolo, questi senza rompersi, ne può sostenere il doppio di quello che sosterrebbe, se il peso fosse tutto nel mezzo; ne segue, che se la piastra fosse quadra, e caricata d' un altezza di 20. piedi d' acqua non si rompesse, non potrebbe essa sostenere più della metà dell' istesso peso, se ella fosse il doppio lunga, senza crescer la sua larghezza: ma sarebbe allora caricata dal doppio d' acqua, e non potrebbe per conseguenza sostenere che il $\frac{1}{4}$: Dunque, secondo la dottrina di Galileo, bisognerebbe raddoppiarne la grossezza per renderla sufficientemente forte. L' istesso accaderà, s' ella fosse quadra; perchè da una parte il peso dell' acqua sarebbe doppio, ma sarebbe raddoppiata anco la sua resistenza; ed essendo rotonda, resisterebbe pure a proporzione.

A' canali dunque di diametro differente, e d' altezze eguali, bisogna aumentar la grossezza del metallo della piastra, ov' è lo zampillo, secondo la ragion de' diametri, se la piastra è la parte più debole.

Quando i condotti dell' acque son molto lunghi, per esempio di 1000. tese, il lungo sfregamento scema l' altezza de' getti, e la quantità dell' acqua, principalmente se i canali son troppo stretti. Ecco le regole da seguitarsi.

Se sia una conserva di 80. piedi, ed acqua sufficiente da mantener 6. getti, ciascuno di 9. linee, bisognerà prendere il quadrato di 9. che è 81; il prodotto di questo per 6, dà 486, la cui radice quadrata è 22. prossimamente: da questo si conosce, che i 6. getti di 9. linee di diametro, danno quanto un solo di 22. linee. E perchè un getto di 22. linee di diametro dà molto più, che quello d' 1. pollice, cioè in ragione di 484. a 144, quadrati di 22, e di 12: bisogna ancora, che la larghezza del canale sia nella medesima proporzione, rispetto ai 7. pollici, che convengono all' altezza di 80. piedi. Dunque come 12. a 22, così 7. a 12 $\frac{5}{6}$ in circa; dal che si vede, che il canal maestro fino ai fori di distribuzione, dee aver 13. pollici di larghezza, ed ognuno de' 6. tubi, 7. pollici; ed in questo caso il getto s' alzerà più di 60. piedi; e se al canal maestro si danno 14. pollici di larghezza, il getto s' alzerà

65. piedi, non ostante il lungo cammino del Condotto. Gli altri calcoli si faranno secondo queste regole.

Ne' getti molto alti, e grossi, bisogna dispor gli ultimi tubi, ed i loro zampilli appresso a poco secondo la *Fig.* 5. *Tav. V.* A B C D: perchè supposto, che il canale A B C sia largo 7. pollici, bisognerà ristringerlo la metà, e dare ad F D 3. ò 4. pollici d' altezza; e fare un altro ristringimento fino alla larghezza dello zampillo: e se la sua apertura è larga 1. pollice, e debba salire 50. ò 60. piedi, basterà che lo zampillo sia alto 6. linee ad angoli retti per dirigere il getto; e se non dovesse salire più di 50. piedi, basterebbe che fosse alto 3. ò 4. linee: perchè quanto più D E sarà alto, tanto più scemerà l' altezza del getto, e quanto più lo zampillo sarà liscio, tanto più il getto sarà bello.

Per divider l' acqua in diversi getti, e saper quanta se ne darà a ciascuno, lo che può servir anco per le distribuzioni, che si fanno a' Particolari, dell' acqua d' una sorgente, è necessario avere una *Misura*, le cui aperture sieno quadrate, e non circolari. Per esempio, nella *Fig.* 6. *Tav. V.* A B è l' orlo del vaso, che serve di *Misura*, e C D è l' altezza dell' acqua; bisognerà situare i fori quadrati, 2. linee in circa sotto il pelo dell' acqua C D con disporgli in una linea orizzontale E N. Se si divida pertanto in più quadrati alti un pollice, come E F P H, questi daranno più d' un pollice: perchè se i fori circolari danno in un minuto 14. pinte, i quadrati ne daranno una quantità, che starà al 14, come 14. a 11, che è la proporzione prossimamente del quadrato al cerchio inscritto. Se dunque un pollice circolare dà in un minuto 14. pinte, un pollice quadrato darà un poco meno di 18. pinte, stando 11. a 14, come 14. pinte a $17\frac{8}{11}$. Bisognerà dunque dividere E F in 14. parti eguali; e se E R contiene 11. di queste parti, il rettangolo E R S H sarà appresso a poco eguale ad un pollice circolare, e darà 1. pollice d' acqua, cioè 14. pinte in un minuto, se l' acqua della conserva, che serve di Misura, stia sempre all' altezza C D. Si faranno poi andantemente più rettangoli eguali ad E R S H sotto la stessa linea, come R L T S, L M V T, ec. Se si vuol dare ad alcuno $\frac{1}{2}$ pollice d' acqua, bisognerà dividere un di questi rettangoli *z r o g* per metà colla linea X Y; e questi darà $\frac{1}{2}$ pollice d' acqua, cioè 7. pinte in un minuto, e così per tutte l' altre distribuzioni, prendendone $\frac{1}{3}$, come *i k a q*, ò $\frac{1}{4}$ ec. Vi sarà ancora questo vantaggio, che se l' acqua, che mantiene l' erogazione, scemi, e non riempia se non $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, ò $\frac{2}{3}$ dell' altezza dell' aperture della *Misura*, tutti i Particolari perderanno a proporzione, lo che non s' ottiene, quando i fori son circolari, e se vi è un poco più di sfregamento, in proporzione, ne' fori piccoli, che ne' grandi, questo sarà compensato col succeder l' acqua meglio in un piccolo getto, che in

un

un grande. Se si voglion dare 3. ò 4. pollici d'acqua, si prenderanno 3. ò 4. aperture intere, eguale ciascuna ad ERSH, come EMVH eguale a 3. pollici, ec.

Con queste regole posson superarsi tutte l'altre difficultà, che si possono incontrare intorno a' getti d'acqua. Come se si avesse una conserva, o una sorgente alta 40. piedi sopra lo zampillo, la quale possa mantener 20. pollici d'acqua, e se si voglia impiegar tutta in un sol getto, bisognerà vedere la Tavola; ove si troverà, che uno zampillo di 3. linee, posto sotto 40. piedi d'altezza d'acqua, dà in un minuto 25. pinte $\frac{2}{3}$: dipoi si farà questa regola del Tre; se 25. pinte $\frac{2}{3}$ vengono da 9, quadrato di 3, che mi daranno 280. pinte, che 20. pollici danno in un minuto? Si troverà il quoziente 98 $\frac{2}{12}$, la cui radice quadrata è 10. prossimamente; dal che si conoscerà, che lo zampillo dee aver 10. linee in circa di diametro, e che questo getto, che s'alzerà quasi 35. piedi, consumerà 20. pollici, buttando continuamente. Ma se ci basta, che il getto butti 12. ore continue nel giorno, si potrà lasciar riempire nella notte una gran conserva, che contenga 720. botti, ed avremo acqua bastante per un getto di 14. linee, o per 2. di 10. linee in circa, ciascuno de' quali butti 12. ore continue.

I L F I N E.

TAVOLA
DELLE MATERIE PRINCIPALI
CONTENUTE IN QUESTO TRATTATO.

PRIMA PARTE.

Di varie proprietà de' corpi fluidi, dell' origine delle fontane, e delle cause de' venti.

DISCORSO I.

Di varie proprietà de' corpi fluidi. pag. 7.
Lo stato naturale dell' acqua si è l' esser diacciata. 7.
Delle parti dell' acqua cangiate in aria. 8.
Esperienza per mostrare, che l' aria s' insinua nell' acqua, e nello spirito di vino. 8.
Osservazioni sulla formazione del diaccio, e perchè egli si fenda. 10.
Della materia fulminante, che è nell' acqua 12.
Osservazioni, e congetture sulla viscosità di alcuni corpi fluidi. 13.

DISCORSO II.

Dell' origine delle Fontane. 14.
Risposta all' opposizioni sull' origine delle fontane. 16.

Osservazioni circa l' aumentarsi, e il diminuirsi di alcune sorgenti. 17.
Delle Sorgenti, e Laghi, che si trovano in cima alle Montagne. 18.
Osservazioni sulla quantità d' acqua, che piove. 20.
Calcolo dell' acqua necessaria per mantenere la Senna. 21.

DISCORSO III.

Dell' Origine, e Cause de' Venti. 22.
Congetture sulle cause de' Venti. 25.
Osservazione sopra il Vento, che si sente nelle bocche delle fornaci da calcina. 29.
Osservazione circa il periodo de Venti a Parigi, e ne' contorni. 29.
Esperienza sul moto dell' aria. 30.
Della cagione de' turbini. 32.
Della causa delle direzioni differenti de' Venti, e del fumo de' cammini. 33.
Spiegazione delle Tempeste, e degli Uracani. 36.

PARTE SECONDA.

Dell' Equilibrio de' corpi fluidi.

DISCORSO I.

Dell' Equilibrio de' corpi fluidi dipendente dalla gravità. 40.

Principio universale di Meccanica. 44.
Pruove della gravità dell' aria. 46.
—— *dell' acqua*. 46.
Regola dell' equilibrio dell' acqua, dipendente dal suo proprio peso. 50.
Esperienza dell' equilibrio dell' acqua. 51.
Regola dell' equilibrio de' differenti liquori, proveniente dalla gravità. 55.
Regola I. dell' equilibrio de' corpi solidi, de' quali la gravità specifica è minore di quella dell' acqua. 56.
Proprietà dell' acqua d' attaccarsi, o di sfuggire alcuni corpi. 57.
D' onde dipenda, che alcuni corpi più pesanti dell' acqua, stanno a galla. 58.
Le materie gelate son più leggiere, anco delle medesime fuse. 60.
Applicazione della regola precedente. 60.
Regola II. con alcune osservazioni. 61.
Regola III. per i corpi più pesanti dell' acqua. 63.
Regola IV. 63.
Esperienza, che mostra, che alcuni corpi più leggieri dell' acqua possono andare a fondo. 64.

DISCORSO II.

Dell' equilibrio de' corpi fluidi dipendente dalla elasticità. 65.

Della proporzione della condensazione dell' aria. 65.
Della rarefazione, o dilatazione dell' aria. 66.
Regola per l' alzamento dell' acqua nelle trombe aspiranti. 68.
Esperienza sull' elasticità dell' aria. 73.
Confutazione dell' errore di quelli, che credono, che l' aria non pesi sopra i corpi sottoposti. 74.
Della forza elastica della fiamma della polvere da schioppo. 76.

DISCORSO III.

Dell' equilibrio de' corpi fluidi dipendente dalla percossa. 78.

Della percossa della fiamma. 78.
Della percossa dell' aria, e dell' acqua. 78.
Regola I. della percossa de' getti d' acqua. 78.
Dell' accelerazione della velocità de' corpi cadenti. 79.
Della lentezza delle prime gocce d' acqua nell' uscire dalla bocca de' tubi. 80.
Regola II. dell' equilibrio dipendente dalla percossa, de' getti d' acqua, che escono di sotto a' vasi. 81.
Regola III. dell' equilibrio dipendente dalla percossa, de' getti d' acqua in ragione dell' altezze de' vasi. 83.
Conseguenza per la velocità de' getti d' acqua, che sono in ragion suddu-plicata dell' altezze de' vasi. 85.
Regola IV., de' getti d' acqua eguali, e di velocità diseguali, che sostengono, mediante la lor percossa, de' pesi in ragion duplicata delle velocità. 85.

Espe-

Esperienza per conoscere la forza della percossa dell' aria. 86.

Conseguenza, in cui si vede qual' è la proporzione de' tempi dell' uscita dell' aria da due cilindri disuguali per fori eguali, e caricati di pesi eguali. 87.

Regola V. per i getti d' acqua egualmente veloci, ma diseguali in grossezza, che mediante il loro urto sostengono pesi, che stanno fra loro in ragion duplicata de' fori. 88.

Del peso del piede cubo d' acqua, e della quantità delle pinte, che contiene. 88.

Per misurare la velocità, e la forza della percossa dell' acqua corrente. 89.

Della forza delle ruote de' mulini, che sono sulla Senna. 90.

Esperienze per le differenti velocità dell' acque correnti, sì nel fondo, che nella superficie. 90.

Calcolo della forza delle ruote de' mulini della Senna. 92.

Per la forza della percossa del vento contro l' ale d' un mulino 92.

Per la forza della percossa del vento contro la vela d' un vascello. 93.

Paragone della forza de' mulini a vento, co' mulini della Senna. 94.

Descrizione, e giudizio di più mulini a vento, che girano a tutti i venti. 95.

Per il calcolo della velocità del vento, capace di rovesciare alberi, ed altri corpi. 96.

Per aumentar la forza d' una certa quantità d' acqua. 98.

PARTE TERZA.

Della misura dell' acque correnti, e zampillanti. 99.

DISCORSO I.

Del pollice per la misura dell' acque. 99.

Prima esperienza per determinare la quantità d' acqua, che dà un pollice in un certo tempo. 100.

Proposizione, ove si dimostra, che il pendolo, che mostra colle sue oscillazioni un secondo di tempo, dee esser più corto ne' paesi più vicini all' Equatore, che verso i Poli. 101.

Difficoltà, che s' incontrano nell' esperienza precedente. 102.

Esperienza II. fatta con un foro di 6. linee di diametro, e delle differenze tra l' aperture verticali, e orizzontali. 102.

Le quantità dell' acqua, che danno fori eguali posti l' uno sopra l' altro, sono tra loro nella medesima proporzione, che l' ordinate d' una parabola. 103.

Diverse cause, che producono alcune irregolarità nella regola dell' erogazione dell' acque. 105.

Si determina per Pollice d' acqua quel foro, che dà 14. pinte, misura di Parigi, in un minuto di tempo. 107.

Terza esperienza d' un piede cubo ripieno in 2. minuti ½. 107.

Mezzo per conoscere quanti pollici d' acqua dà una fontana, o un ruscello. 107.

DISCORSO II.

Della misura dell' acque zampillanti, secondo le differenti altezze delle conserve. 108.

Esperienza prima per la quantità dell' acque zampillanti. 108.
Esperienza seconda. 108.
Regola per la misura dell' acque zampillanti. 109.
Tavola dell' erogazioni dell' acqua date da uno zampillo di 3. linee in un minuto, sotto differenti altezze d' acqua nella conserva. 109.
Paragone della quantità dell' acqua escita da un semplice foro fatto in una conserva, colla quantità escita dopo avervi applicato un tubo. 111.

DISCORSO III.

Della misura dell' acque, che escono da zampilli di differenti grandezze. 112.

Prima esperienza. 113.
Seconda esperienza. 113.
Regola per le quantità dell' acque zampillanti. 113.
Tavola delle quantità dell' acqua che escono da differenti zampilli circolari in un minuto, sotto l' altezza di 13. piedi d' acqua. 113.
Terza esperienza fatta con due fori differenti nell' istesso tempo. 114.
Quarta esperienza sull' istesso. 115.
Tre cause, che possono far sì, che le aperture grandi dieno ordinariamente più delle piccole. 115.
Cinque esperienze sopra questo soggetto. 116.
Due cause, che diminuiscono la ragione sudduplicata, e due, che l' accrescono. 117.
In qual proporzione si vuota un vaso da un foro fatto nel fondo. 117.
Da un vaso mantenuto sempre pieno esce nell' istesso tempo il doppio dell' acqua che esce, quando si vuota senza aggiungervi acqua. 118.
Osservazione sul fatto precedente. 118.
Per giudicar del tempo in cui si vuota un vaso. 118.
Problema, della figura d' un vaso, da cui escendo l' acqua, scende in tempi eguali per spazj eguali. 118.
Regola dell' acqua che esce da 2. tubi diseguali per eguali aperture. 118.
Questione sulla quantità dell' acqua, che esce da due tubi d' egual diametro, e d' altezze ineguali. 119.

DISCORSO IV.

Della misura dell' acque correnti in un acquidotto, o in un fiume. 122.

Metodo per questa misura con alcuni esempj, ed il calcolo dell' acqua della Senna. 122.

PARTE QUARTA.

Dell' altezza de' Getti.

DISCORSO I.

Dell' altezza de' getti verticali. 125.

Regola I. con alcune esperienze. 125.
Seconda Regola per la diminuzione de' getti relativamente alle conserve, con un esempio. 126.

Ta-

Tavola di questa diminuzione dall' altezza di 5. piedi fino a 100. 128.
Esperienze per confermar questa Regola. 129.
Esperienza d' un caso particolare, quando l' acqua della conserva non somministra acqua bastante per il getto. 131.
Esperienza fatta con un sifone recurvo. 132.
Esperienza dell' acqua caricata di mercurio per l' altezza de' getti. 132.
Conferma coll' esperienza de' pesi attaccati al corpo d' uno schizzatoio. 133.
Esperienza dell' altezza de' getti per mezzo della compressione dell' aria. 134.
L' impulso è trattenuto dallo sfregamento in un piccol tubo attaccato ad un grande. 134.
Macchina per spinger l' acqua molto lontano. 134.
Macchina di Erone per mezzo della compressione dell' aria. 135.
Esperienza sulla più bella figura de' getti d' acqua, e della maniera di fare, e dispor gli zampilli. 135.
L' acqua, che esce da un foro, cadendo verticalmente, si riduce finalmente in gocce. 136.
La quantità dell' acqua si regola secondo la velocità del getto all' uscir dello zampillo, e non secondo la sua altezza. 137.
Regole per la diminuzione d' un getto, se si prenda una parte dell' acqua, che lo mantiene. 137.
Esperienza per provare, che le troppo grandi altezze delle conserve non giovano niente. 138.

DISCORSO II.

De' getti obliqui, e delle loro ampiezze. 140.
Problema: data una altezza mediocre del vaso, e l' obliquità del getto, trovar la sua ampiezza. 140.
Osservaz. su' getti di Mercurio. 142.
Esperienza per provare, che le materie più pesanti descrivono parabole più grandi. 142.
Per trovare le ampiezze de' getti orizzontali. 142.
Per trovare l' altezza dell' acqua in una conserva, o tubo, per mezzo dell' ampiezza d' un getto orizzontale, che esca da una apertura del tubo. 143.

PARTE QUINTA.

De' condotti dell' acqua, e della resistenza de' cannoni.

DISCORSO I.

De' cannoni de' condotti. 144.
Varie osservazioni sulla grossezza de' cannoni di condotto, secondo i getti, che mantengono, a differenti altezze. 144.
Esperienze contrarie agli zampilli cilindrici, o conici, e favorevoli a quelli fatti nella piastra. 145.
Osservazioni per regolare la larghezza de' canali di condotto, secondo l' altezza delle conserve, e la grandezza degli zampilli. 145.
Regola dedotta dalle osservazioni precedenti. 146.

Esempio di questa Regola. 146.
Osservazioni particolari sopra alcuni canali di condotto, che sono a Chantilly. 147.
Della suddivisione de' canali di condotto, con un esempio. 149.

DISCORSO II.

Della forza de' cannoni di condotto, e della resistenza de' solidi. 150.

Della resistenza assoluta de' solidi. 150.
Confutazione della Proposizione di Galileo, intorno alla resistenza de' solidi. 151.
Esperienze, che confermano la regola dimostrata della resistenza de' solidi. 152.
Soluzione di alcune opposizioni. 153.
Esperienze dell' allungamento di un fil di vetro. 156.
Esperienze della resistenza de' solidi. 156.
Teorema d' un caso della resistenza de' solidi con la sua dimostrazione. 158.
Regola per la resistenza de' solidi, che son flessibili, con alcune esperienze. 159.
Esperienza d' un filo avvolto a spirale, per l' allungamento de' corpi flessibili. 159.
Esperienze sulla resistenza de' cannoni di condotto. 161.
Regola Prima per la resistenza de' medesimi. 163.
Seconda Regola. 163.

DISCORSO III.

Della distribuzione dell' acque. 164.

Per la distribuzione d' una sorgente in più luoghi d' una Città, ovvero a più Particolari. 165.
Dell' aperture per ripulire i canali, e degli sfiatatoj. 166.

Regole de' Getti d' acqua per la Pratica. 169.

FINE DELLA TAVOLA.

DELLA

DELLA RESISTENZA
DE' TUBI CILINDRICI
DI UN DATO DIAMETRO, E CARICATI DA QUANTITA' D' ACQUA DATA.

DEL SIG. PARENT.

Memoria estratta dagli Atti dell' Accademia Reale delle Scienze di Parigi dell' anno 1707.

SIa il tubo ACBGFE situato a piombo, (*Fig.* 91. *Tav. XIX.*) e sia ripieno d' un fluido, di cui sia nota la gravità specifica, come per esempio d' acqua, della quale un piede cubico pesa 70. libbre. Si vuol ora trovare la forza, che fa tutta quest' acqua per squarciare la piccola zona inferiore ABCD *abcd* del tubo, per esempio in C*c*.

Per ottener questo, tiro il diametro della base COD (*Fig.* 91. *e* 92.) e considero, che tutto il fluido, che posa sulla superficie del semicerchio BCD fa forza per separar la semicirconferenza CBD dall' altra semicirconferenza CAD in D*d*, ed in C*c*; e che parimente tutto il fluido, che è contenuto nel semicerchio CAD fa forza per separar questa parte dalla prima ne' medesimi luoghi C*c*, D*d*, L; e questi sforzi in C*c*, ed in D*d* si fanno in senso contrario, secondo le tangenti HCI, LDM. Inoltre tirando ancora il diametro AB perpendicolare a CD, si può riguardare tutta la forza applicata al quarto di cerchio DNB, come impiegata a far la separazione in D*d*, e tutta la forza applicata al quadrante BXC, come impiegata contro la resistenza *c*C.

Supponendo dunque il quadrante BND diviso in un numero indefinito di parti BN, N*n*, ec. e prendendo i piccoli settori BON, NO*n*, ec. per esprimer le forze del fluido perpendicolari a queste medesime parti, le quali forze stanno fra loro come le medesime parti BN, N*n*, secondo il principio noto d' Idraulica ec., o come i raggi medesimi del cerchio ON, O*n*, ec., e dividendo queste forze ON, O*n*,

On, ec. nelle PN, pn ec. perpendicolari a CD, e nelle parallele OP, Op ec. prese sulla medesima CD; le perpendicolari PN, pn ec. moltiplicate per la metà degli archi BN, Nn corrispondenti, mostreranno ancor le lor forze secondo questi medesimi seni PN, pn. Dunque la somma di tutte le forze perpendicolari al quadrante BND, sta alla somma di tutte le forze perpendicolari a CD, come la somma de' prodotti de' raggi ON, On per le metà degli archi BN, Nn, ec. alla somma de' prodotti de' seni PN, pn, ec. per le stesse metà degli archi BN, Nn, ec.; o come il quadrante OBD sta alla metà del quadrato del raggio, che è noto; ovvero, come il semicerchio CBD sta al quadrato del raggio, cioè come il quarto della circonferenza BND sta al raggio, o finalmente come la circonferenza intera sta al doppio del diametro.

Di più, se si tiri la corda Bn, (*Fig. 92. Tav. XIX.*) e si consideri, che dalla forza secondo la direzione ON contro l' arco BNn, ne risultano due altre secondo BN, nN, che sono quelle, che rompono la zona in B, ed n; ovvero se si consideri, che dalle resistenze contrarie secondo NB, Nn, se ne compone una terza, secondo NO, nello stato dell' equilibrio, e supposti eguali gli archi BN, Nn, denotando la retta Bn la forza del fluido contro la parte BNn, i raggi OB, On esprimeranno le forze, secondo le direzioni BN, nN, essendo i lati del triangolo OBn perpendicolari alle direzioni BN, Nn, ON, lo che pure è noto. Dunque come la somma di tutte le corde Bn del quadrante BnD (cioè come il quadrante medesimo BnD) sta al raggio OB; così la somma di tutte le forze perpendicolari al quadrante BnD, sta alla forza, che sbrana la zona, secondo la direzione NB, ò nN, e così l' intero circuito, al doppio del diametro, come sopra. Sarà dunque ancora, come la intera circonferenza al raggio, così la forza del fluido contro tutto il cerchio, alla sua forza, che sbrana in B, ed in n.

Da questo ne segue un paradosso sorprendente; cioè, che il tubo AG, e la zona Ab (*Fig. 91 Tav. XIX.*) restando sempre della medesima altezza, quanto più il diametro AB della base sarà grande, tanto più forza avrà il fluido per romper la fascia Ab; perchè, secondo l' analogia detta di sopra, la somma delle forze contro il circuito ACBD, aumentando in ragion del diametro AB, la forza secondo la tangente NB, ò nB crescerà ancora nella medesima proporzione, contro ciò, che apparisce naturalmente. Poichè naturalmente siamo portati a credere, che siccome ciascuna parte eguale della zona Ab è caricata egualmente, finchè l' altezza AC si mantien la medesima, qualunque sia la grandezza del diametro AB; così basti, ch' ella sia forte egualmente per fa-

re

re una resistenzà eguale; lo che è però affatto contrario a tutto ciò, che si è di sopra dimostrato.

Chiamando adunque r il raggio OD della base del tubo; e c la circonferenza ACBD; H l' altezza del tubo; ed b quella della zona AB; E la sua grossezza; sarà (Hbc) tutta la colonna, che gravita contro questa zona: e supponendo l' altezza H misurata in piedi, resterà solamente da moltiplicarsi questo valore per il peso d' un piede cubo di questo fluido, come per esempio per 70. libbre, per avere il peso dell' acqua, che agisce contro la zona ($Ab = 70\,Hbc$); che ci darà l' analogia ($c \cdot r :: 70\,Hbc \cdot 70\,Hbr$). dunque $70\,Hbr$ mostrerà la forza dell' acqua di fiume, che rompe la zona, e degli altri fluidi in proporzione.

Finalmente, se si separi una striscia (*Fig. 93. Tav. XIX.*) QTVR dello stesso metallo del tubo AG, cioè di rame, di piombo, ec. la quale sia sospesa verticalmente in Q, e sia strappata dal peso S attaccatovi sotto; chiamando l la larghezza TV della striscia nel luogo della rottura, e la sua grossezza, p il peso S, che la rompe, avremo medesimamente quest' altra analogia. Come la superficie della rottura el della striscia QR sta alla superficie della rottura della striscia $Ab = bE$, così il peso $S = p$ alla forza, che rompe la striscia Ab in $Cc = 70\,Hbr$, lo che darà l' equazione $pE = 70\,Hrel$, d' onde si dedurranno l' equazioni $E = \frac{70\,Hrel}{p}$, ed $H = \frac{pE}{70rel}$, nelle quali bisogna avvertire di misurar sempre E, ed e con una stessa misura, di ridur sempre il prodotto Hr in piedi quadrati, e sue parti, o di misurar sempre H, ed r in piedi, e sue parti, come pure l, che è della stessa specie di H.

Sia per esempio nell' esperienza, che il Sig. Mariotte riporta nel suo Trattato del *Moto dell' Acque* pag. 163. Tom. II. di questa Edizione, una striscia, ed un tubo, tutti due di latta; $l =$ lin. $3\frac{1}{4}$, ovvero $\frac{13}{576}$ di piede; $r = \frac{1}{2}$ piede; p sia lib. 120; $E = e$; sarà $H = \frac{120 \times 2 \times 576}{70 \times 13} = \frac{24 \times 576}{7 \times 13}$, ovvero 152 piedi, in vece di 102, come ha creduto questo Autore, sopra una saldatura crepata, cui egli ha preso in vece della materia vera del tubo, e senza far riflessione alle considerazioni fatte di sopra; considerando solamente tutto il peso dell' acqua sostenuto dal contorno più basso del tubo, come un peso sospeso ad una striscia di latta, contro quello, che noi abbiamo dimostrato. Egli dice nell' istesso luogo, *che non si dee vulutare, che il peso dell' acqua sia distribuito per tutta l' estensione della striscia, benchè veramente sia così distribuito nel romperla*, lo che distrugge la seconda considerazione da noi riportata, e che per conseguenza non potrebbe sostenersi. Finalmente ecco

il

il raziocinio, che questo Autore fa alla pagina seguente. *Se il diametro del tubo è doppio, bisognerà, che il tubo sia due volte più grosso; perchè le medesime parti del tubo non soffriranno un maggior carico, ed esse sono solamente doppie*. Ora egli è evidente, che questo raziocinio si distrugge, perchè dall'esser le medesime parti egualmente caricate, doveva concludere al contrario, che esse non dovevano avere se non la medesima grossezza, senza imbarazzarsi a pensare, se il carico totale è doppio; poichè essendo egli doppio, ed il numero delle parti doppio, avrà ciascuna parte sempre il medesimo carico; ed essendo la cagione che fa rompere una parte, il solo sforzo che questa soffre indipendentemente dall'altre.

Si trova nel Libro, intitolato, *Diverse Opere di Mattematica, e di Fisica di quest' Accademia*, impresso nel 1693. una simil regola dell'istesso Sig. Mariotte, cui egli pretende dimostrare con questo raziocinio. *Da una parte*, dic' egli, *il peso dell' acqua* sopra la base, *è in ragion duplicata de' diametri*, rimanendo sempre l' acqua all' istessa altezza; *ma le circonferenze de' tubi son tra loro in ragion* semplice *de' medesimi diametri: se dunque il diametro* della base *è doppio, il peso dell' acqua* sopra questa base *sarà quadruplo, e la circonferenza* del tubo *sarà doppia, lo che renderà la sua resistenza doppia*, supponendo sempre la medesima, la sua grossezza. *Dunque non vi resterà, che la semplice ragione de' diametri, supponendo, che l' acqua separi la circonferenza del tubo, come un bastone, che si tirerebbe direttamente*. Ove si vede, che il nostro Autore prende quì la forza, che fa l' acqua sulla base, in vece di quella, che ella fa contro il circuito, per paragonarla colla resistenza del medesimo circuito, lo che repugna. Inoltre egli prende sempre tutta la resistenza del circuito del tubo, in vece della resistenza di ciascheduna parte, lo che è contrario a quel che abbiamo notato di sopra.

Del rimanente questo Autore ci dà in questo luogo per principio: *Che un tubo di rame alto 30. piedi, e del diametro di 6. pollici, dee esser grosso* $\frac{1}{2}$ *linea*.

Il che posto, egli è facile trovar le grossezze convenienti a tutte l' altezze, ed a tutti i diametri de' tubi, crescendo, o scemando queste grossezze, a misura, che l' altezze, o i diametri s' aumentano, o diminuiscono.

Nell' istesso libro pag. 516. si trova un Opuscolo del Sig. Romer del 1680. ov' egli dice: *Che niuno aveva ancora spiegato abbastanza la proporzione de' tubi de' Condotti, per diverse altezze, e diametri dati*. Dimostra poi alcune proposizioni, che crede poter esser a ciò utili. La seconda di queste si è: *Che l' acqua sotto altezze eguali forza i tubi in ragion de' lor diametri*. La ragione, che n' adduce è la stessa del Sig. Mariotte,

riotte, detta di sopra, e perciò non starò a confutarla. Stabilisce nella quarta: Che le forze de' tubi stanno in ragion duplicata delle lor grossezze, essendo tutto il rimanente eguale: mentre al contrario, egli è già manifesto, ch' esse sono in questo caso nella medesima proporzione delle grossezze, che mostrano il numero delle lor fibre. Per provarla, paragona le differenti strisce, delle quali son composti questi tubi, a tanti anelli di differenti diametri, e grossezze diverse, dalle quali sia ricoperto un cono retto nella sua superficie esteriore; ma egli è manifesto, che le strisce, che son tanti piani non possono esser paragonate agli anelli, che son prismi; onde questa prova è nulla.

Finalmente questo medesimo Autore riporta un esperienza fatta a Versaglies, nella quale *un tubo di piombo del diametro di 16. pollici*, grosso linee $6\frac{1}{2}$, sostenne un carico di 50. piedi. D' onde egli è facile dedurre le forze di tubi simili per differenti diametri, ed altezze date.

Su queste due esperienze ho calcolata la Tavola, che segue.

Tavola

Tavola, che contiene le grossezze de' Cannoni de' Condotti per differenti diametri fino a 20. pollici, e per altezze differenti fino a 100. piedi.

Altezze de' Cannoni in piedi.		Diametri de' Cannoni in Pollici.									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
		Grossezze de' Cannoni in Linee, e Punti.									
10	Piombo	0. 1	0. 2	0. 3	0. 4	0. 5	1. 0	1. 1	1. 2	1. 3	1. 4
	Rame	0. 1	0. 1	0. 1	0. 1	0. 2	0. 2	0. 2	0. 3	0. 3	0. 3
20	Piombo	0. 2	0. 4	1. 1	1. 2	1. 4	1. 5	2. 1	2. 3	2. 5	3. 1
	Rame	0. 1	0. 1	0. 2	0. 3	0. 3	0. 4	0. 5	0. 5	1. 0	1. 1
30	Piombo	0. 3	1. 0	1. 2	1. 5	2. 2	2. 5	3. 3	3. 5	4. 2	4. 5
	Rame	0. 1	0. 2	0. 3	0. 4	0. 5	1. 0	1. 1	1. 2	1. 3	1. 4
40	Piombo	0. 4	1. 2	1. 5	2. 3	3. 1	3. 5	4. 2	5. 0	5. 4	6. 2
	Rame	0. 1	0. 3	0. 4	0. 5	1. 1	1. 2	1. 3	1. 5	2. 0	2. 1
50	Piombo	0. 5	1. 3	2. 2	3. 1	4. 0	4. 4	5. 5	6. 2	7. 1	8. 0
	Rame	0. 2	0. 3	0. 5	1. 1	1. 2	1. 4	2. 0	2. 1	2. 3	2. 5
60	Piombo	1. 0	1. 5	2. 5	3. 5	4. 5	5. 4	6. 4	7. 4	8. 4	9. 3
	Rame	0. 2	0. 4	1. 0	1. 2	1. 4	2. 0	2. 2	2. 4	3. 0	3. 2
70	Piombo	1. 1	2. 1	3. 2	4. 3	5. 4	6. 4	7. 4	8. 5	10. 0	11. 0
	Rame	0. 2	0. 5	1. 1	1. 3	2. 0	2. 2	2. 4	3. 1	3. 3	3. 5
80	Piombo	1. 2	2. 3	3. 4	5. 0	6. 2	7. 4	8. 5	10. 1	11. 2	12. 4
	Rame	0. 3	0. 5	1. 2	1. 5	2. 1	2. 4	3. 1	3. 3	4. 0	4. 3
90	Piombo	1. 3	2. 5	4. 1	5. 4	7. 1	0. 3	9. 5	11. 2	12. 4	14. 1
	Rame	0. 3	1. 0	1. 3	2. 0	2. 3	3. 0	3. 3	4. 0	4. 3	5. 0
100	Piombo	1. 3	3. 1	4. 4	6. 2	8. 0	9. 3	11. 0	12. 4	14. 1	15. 5
	Rame	0. 3	1. 1	1. 4	2. 1	2. 5	3. 2	3. 5	4. 3	5. 0	5. 3

PROBLEMA IDROSTATICO
DEL SIG. CARRÉ.

Estratto dalle Memorie dell' Accademia Reale delle Scienze di Parigi dell' anno 1705.

POchi giorni sono, essendo in una Villa, ove erano de' Canali d' acqua, fu parlato di quegli zampilli, o tubi, che s' usano per regolare le quantità differenti d' acqua de' getti; e vi fu alcuno, che pareva esser molto intendente di Idraulica pratica, che disse, che per aver da un tubo una quantità d' acqua quadrupla di quella, che esce da un altro tubo, bisognava, che il primo tubo fosse egualmente lungo, ma avesse però il diametro doppio di quello del primo. Mi fu dimandato se ciò era vero; risposi, che astraendo dagli sfregamenti, non v' era difficultà veruna, ma che parlando assolutamente, ed in rigore, dal tubo grande n' esciva più *in proporzione*, che dal piccolo, e la ragione si è, che l' acqua, che passa per il piccolo, trova, relativamente alla sua quantità, una resistenza cagionata dallo sfregamento della superficie interna del piccolo, maggiore della resistenza, che trova l' acqua, che passa per il grande: perchè, supponendosi questi tubi, eguali in lunghezza, le lor superficie interne stanno fra loro nella ragione medesima delle circonferenze, o de' lor diametri; così la superficie del tubo grande è solamente doppia del piccolo, laddove la sua apertura è quadrupla; d' onde io concludo, che per conservar l' eguaglianza, bisognava che il tubo grande fosse lungo il doppio del piccolo.

Siccome il Sig. Mariotte non ha sciolto questo Problema, benchè egli abbia parlato di questi sfregamenti, e ne abbia fatte dell' esperienze, non ho creduto fuor di proposito di darne una soluzione generale; cioè, dato il diametro d' un tubo piccolo, determinar generalmente il diametro del maggior tubo, da cui esca una quantità d' acqua, doppia, tripla, quadrupla ec., computando gli sfregamenti.

SOLUZIONE.

Si chiami a il diametro dato del piccol tubo, ed x quegli del grande, ricercato. Siccome si suppone, che questi due tubi sieno egualmente lunghi, le resistenze che trova l' acqua passando per questi tubi, ed in conseguenza le diminuzioni di quest' acqua stanno fra loro in ragione delle superficie interne di questi tubi, le quali cagionano lo sfregamento;

to; ma queste superficie sono come le circonferenze, o come i lor diametri; adunque la resistenza, o la diminuzione dell' acqua, che passa per il piccolo, sta alla diminuzione dell' acqua, che passa per il grande, come il diametro del piccolo sta al diametro del grande: sicchè chiamando $\frac{aa}{n}$ la diminuzione dell' acqua del piccol tubo, si dirà $a : x :: \frac{aa}{n} : \frac{ax}{n}$, che sarà la diminuzione dell' acqua del tubo grande: ma le quantità d' acqua, che passano per questi tubi, sono come i quadrati de' diametri meno le lor diminuzioni corrispondenti; chiamando dunque m la proporzione della quantità d' acqua, che vogliamo, che esca di più per il tubo grande, che per il piccolo, si avrà quest' equazione $xx - \frac{ax}{n} = maa - \frac{maa}{n}$, che è del secondo grado; dalla quale si deduce il diametro del tubo grande, cioè $x = \frac{a + a\sqrt{4mnn - 4mn + 1}}{2n}$.

Per costruire quest' equazione, (*Fig. 94. Tav. XIX.*) si prenda $CP = \frac{a}{2n}$, e sul punto P si alzi la perpendicolare $PM = \frac{a\sqrt{4mnn - 4mn}}{2n}$; se dal punto C al punto M si tiri CM, e si descriva col centro C il semicerchio AMB, la parte AP del diametro AB sarà il diametro del tubo, ricercato. Perchè CM, o $CA = \frac{a\sqrt{4mnn - 4mn + 1}}{2n}$, dunque $AP = \frac{a + a\sqrt{4mnn - 4mn + 1}}{2n}$. Lo che bisognava trovare.

Che se si vuole, che dal tubo grande esca quattro volte più acqua, che dal piccolo, e si supponga $n = 4$, dunque $m = 4$; allora l' equazione generale si muterà in questa, $xx - \frac{ax}{4} = 3aa$; dunque $x = \frac{a + a\sqrt{193}}{8}$, che si costruisce come sopra. Poichè si prenda $CP = \frac{1}{8}a$, e la perpendicolare $PM = a\sqrt{3}$, dunque $CM = \sqrt{3aa + \frac{1}{64}aa} = \frac{a\sqrt{193}}{8}$, dunque $AP = \frac{a + a\sqrt{193}}{8}$; di maniera, che se si suppone, che $a = 2$, allora sarà $AP = \frac{1 + 1\sqrt{193}}{4}$; ma la radice di 193 è quasi 14, dunque $x = \frac{15}{4}$, che è molto minore di 4.

L' istesso si farà in tutti gli altri casi, poichè la costruzione generale rinchiude tutti i casi particolari.

DELLA

DELLA NATURA DE' FIUMI

TRATTATO FISICO-MATTEMATICO

DEL DOTTORE

DOMENICO GUGLIELMINI

PRIMO MATTEMATICO DELLO STUDIO DI BOLOGNA, E DELL' ACCADEMIA REGIA DELLE SCIENZE

In cui si manifestano le principali proprietà de' Fiumi, se n' indicano molte non conosciute, e si dimostrano d' una maniera facile le cause delle medesime.

PUBBLICATO PER LA PRIMA VOLTA IN BOLOGNA L' ANNO MDCXCVII.

NUOVA EDIZIONE

CON LE ANNOTAZIONI

DEL SIG. EUSTACHIO MANFREDI

Professore delle Mattematiche, Soprintendente all' Acque, e Astronomo nell' Instituto delle Scienze di Bologna, e Associato alle Regie Accademie di Londra, e di Parigi.

AGGIUNTEVI ALCUNE ANNOTAZIONI DEGLI EDITORI.

PREFAZIONE

DELL' AUTORE DELLE ANNOTAZIONI.

LA maggior parte delle annotazioni, che escono alla luce colla presente edizione del trattato della natura de' fiumi del Sig. Guglielmini, era stata da me stesa in iscritto, o per lo meno concepita, e serbata in mente nelle diverse occasioni, che ebbi di esaminare come si adattassero a' casi particolari quando una, quando un' altra delle proposizioni teoriche, o delle regole pratiche, che l' Autore ha esposto in quest' opera. Mi avvisai poscia, che siccome a me senza qualche attenta meditazione non sarebbe il più delle volte riuscito di penetrare ne' suoi sentimenti, nè di sgombrarmi la mente da quegli equivoci, ne' quali sovente io mi accorgeva di essere incorso in materia sì difficile, così non fosse per riuscire soverchio, se col pubblicare ciò, che io ne' casi predetti aveva meco stesso divisato, avessi renduto ad altri più agevole l' intendere gli insegnamenti dell' Autore, senza passare per tutti que' dubbj, che ad essi, come a me, potevano per avventura cader nel pensiero. Con tale intendimento mi sono dato a leggere di bel nuovo da capo tutto il libro. Ho inserito a' suoi luoghi ciò, che totalmente a caso, e senza alcun' ordine quà, e là aveva notato; vi ho aggiunto tutto quello di più, che in una tale lettura seguita mi è occorso di avvertire combinando fra loro i varj passi dell' opera; nè ho tralasciato di accennare se alcuna osservazione da altri più moderni scrittori dopo la prima edizione del libro fosse stata fatta, da cui potessero prendersi nuovi lumi, e ritrarre nuovo accrescimento a questa sì importante dottrina dell' acque correnti.

Se io abbia con ciò contribuita cosa alcuna a rischiarare i documenti dell' Autore, e a farne meglio comprendere tutto il sistema, debbo attenderne il giudizio degli altri. Questo solo parmi di potermi promettere, che presso i retti estimatori io non sarò per incorrer la taccia di aver impiegata simil fatica in cosa, che nol vaglia, anzi spero, che dal Pubblico possa esser gradito, se non altro, il mio esempio nell' aver' io preso ad illustrare un libro, che, dirittamente giudicando, si dee chiamare non pure originale, ma unico nel suo genere. Ben sò, che questo mio detto a prima faccia parrà ad alcuni alquanto ardito; ma tale non sembrerà certamente a chi ben distinguendo ciò, che ha di particolare quest' opera, si farà a considerare, che due sono le parti, e due per così dire le scienze, che in essa si insegnano: una intorno alle acque, e l' altra intorno agli alvei de' fiumi.

Della prima non intendo io di attribuire merito sì speciale al nostro

Auto-

Autore, che venga a scemarsene il pregio d' alcun' altro; perocchè quantunque molto egli abbia contribuito a perfezionare lo studio della misura delle acque correnti così in questo, come nell' altro Libro, che pochi anni prima avea pubblicato col titolo Aquarum fluentium mensura, *nulladimeno, nè da lui primo riconosce questa scienza il suo essere, nè da lui solo il suo avanzamento fino a quello stato (qual' egli siasi) in cui si trova. E' noto, che l' Abate D. Benedetto Castelli, fu quegli, che avanti d' ogni altro ne gettò i fondamenti coll' avere avvertito doversi nell' estimare le quantità dell' acqua de' fiumi aver riguardo oltre la larghezza, e l' altezza, anco alla velocità. Scoprirono poscia il Torricelli, e il Mariotte colle loro esperienze il vero rapporto delle velocità colle altezze all' uscir, che fa l' acqua dalle luci aperte nelle sponde, o nel fondo de' vasi, e la medesima regola fu stimato dal P. Milliet potersi applicare alle altezze, e alle velocità delle sezioni de' fiumi. Allora solo fu, che il nostro Autore parte seguendo tal dottrina, parte correggendola secondo alcune diversità de' casi, non prima da alcun' altro avvertite, trattò metodicamente di tutto ciò, che appartiene alle velocità de' canali, e alla misura delle acque, che portano; dopo di cui il Sig. Varignon, il Sig. Cavalier Neuton, il Sig. Gio. Bernulli, il Sig. Marchese Poleni, il Sig. Pitot, ed altri grand' uomini qual con nuove meditazioni intorno a' principj fisici del moto delle acque, quale con osservazioni esatte di fenomeni hanno arricchita l' Idrometria di nuove, ed utilissime cognizioni; e finalmente abbiamo ora un' eccellente trattato del P. Abate Grandi, pieno di profonda geometria, nel quale senza ristrignersi ad alcuna ipotesi intorno alle velocità, ha spiegato ciò, che vi ha di più astruso in questa materia.*

Ma della seconda, cioè a dire di quella parte, che considera le regole, e le leggi serbate dalla natura nelle direzioni, nelle declività, nelle larghezze, nelle diramazioni, nelle sboccature, e nelle altre particolarità degli alvei, per li quali scorrono i fiumi, tanto è lontano, che alcun' altro avesse trattato, che nè pure si erano avvisati i filosofi potersi sopra ciò dare una scienza, se piuttosto non si dee dire, che alcuni di loro credessero d' averne già una, ma che era falsa, e fondata sopra vane supposizioni troppo leggermente ricevute come assiomi. Di ciò fanno testimonianza, e il loro comune consenso nel supporre esigersi dalla natura qualche pendenza a far, che le acque potessero scorrere, e insieme il dissenso nello stabilire la quantità di tal pendenza; e l' estimar, che facevasi la maggiore, o minore velocità d' un canale unicamente dalla maggiore, o minore inclinazione; e l' immaginare, che le sole acque chiare escavassero gli alvei, e le torbide non potessero, che interrarli; e il figurarsi, che i recipienti, allorchè gonfiano, rigettassero i loro tributarj; e soprattutto il darsi a credere, che i fiumi carichi di materie terree andassero perpetuamente, e senza alcun limite

mite rialzando i loro letti; con altri simili pregiudizj, da' quali non potea derivare, che oscurità, e confusione nelle teoriche, e inganno perpetuo nella pratica.

La riforma dunque di tali dottrine, e lo stabilimento di questa nuova scienza fu quello scopo, a cui il nostro Autore indirizzò principalmente i suoi studj, e le sue ricerche, e questo gli fornì la miglior parte della materia al presente trattato. Egli è vero, che poco avanti i suoi tempi da più saggi professori si era incominciato a entrare in diffidenza di alcune delle massime poc' anzi dette, e quasi comunemente per l' addietro accettate, come si può scorgere da qualche passo della lettera del Galileo sopra il fiume Bisenzio, dall' architettura delle acque del Baratteri, e da alcune altre opere, che sono alle stampe. Aveva eziandio il Michelini dato qualche saggio d' un metodo in ciò, che appartiene alle direzioni de' fiumi nel proposito de' ripari, da' quali si difendono le ripe dalle corrosioni: lavori a' quali unicamente pareva essere stato per l' addietro rivolto tutto lo studio degli Ingegneri, e de' quali abbiamo eziandio un discorso del celebre mattematico il Sig. Vincenzio Viviani; e già la proprietà de' fiumi di escavare i loro letti per l' unione di altre acque, ancorchè torbide, era stata riconosciuta dagli autori più sensati, come si fa manifesto, non che da altro, da ciò, che avea pubblicato in diversi eccellenti suoi scritti il Sig. Gio. Domenico Cassini intorno all' affare del Reno.

Ma nè questo era tutto ciò, che poteva desiderarsi intorno alla natura, e alle proprietà degli alvei, nè a tal' ordine era ridotto, che constituisse un sistema. Il Sig. Guglielmini fu quegli, che primo di tutti tentò, e condusse a fine una sì nuova intrapresa. Considerò egli; che il primo nascere, e formarsi degli alvei, o sia col profondarsi di quel piano per cui scorre l' acqua, o sia coll' alzarsi posandovi sopra materia terrea, benchè non dia sembianza di serbare alcuna regola, nulladimeno essendo opera della natura dee certamente soggiacere a quelle leggi costanti, che ella serba in tutte le altre sue opere. Vide, che per intendere queste leggi non vi era, che da pensare a due principj: alla forza dell' acqua, e alla resistenza di quella materia, la quale o compone il letto, e contrasta all' esser corrosa, o scorre sopra il letto, e ripugna a scorrervi spinta verso il fondo dalla propria gravità. Avvertì, che nell' atto medesimo dell' adoperarsi la forza contro la resistenza per formare, o coll' escavazione, o colla deposizione un fondo, e due sponde, l' uno, e l' altro di cotesti due principj era variabile, e talmente variabile, che allo scemarsi quello de' due, che nell' effetto inteso dalla natura prevaleva all' altro; questo all' incontro si aumentava, il che conduce per necessità ad un' equilibrio, che è come dire a un termine di stabilimento dell' alveo, e nella pendenza, e nella larghezza. Da questa necessità (che egli a lungo spiega, e dimostra nel capo 5., e che da niun'

altro avanti lui era stato osservata) come da assioma fondamentale, e fecondo d' innumerabili conseguenze dedusse con metodo geometrico tutto ciò, che poteva desiderarsi ad una compita teorica degli alvei, e ad un' arte ben fondata per regolarli. Una dottrina sì nuova, e sì lontana dalle comuni prevenzioni si trova sì facile, e porta seco sì chiari lumi di certezza, e di evidenza, che chiunque legge resta sopraffatto di non aver' egli conosciute, e dedotte da se stesso tali verità, e per dirla colle parole d' uno de' primi uomini del nostro secolo, il Sig. di Fontenelle, *i fisici, i quali non dubitavano per l' addietro di non intender bastantemente la natura de' fiumi, dopo aver letto questo libro hanno dovuto restar convinti, che punto non l' intendevano.*

In fatti, comecchè nella parte puramente idrometrica abbia la dottrina dell' Autore corsa la sorte di tutte le altre di argomento misto di fisica, e di mattematico, cioè di non essere stata ricevuta, che in grado di probabilità (il che nasce dal non aversi per anco una intera evidenza, ma solo qualche congettura intorno alle vere regole della velocità de' fiumi) tuttavia il suo sistema degli alvei in 40. *anni, dacchè uscì alla luce non ha trovato chi si avvisi di rivocarne in dubbio i principj; o se alcuna difficultà in qualche parte di esso è stata eccitata da chi lo trovava incomodo per li suoi fini, nello stesso suo nascere si è dileguata. Al contrario egli si è veduto, e si vede tutto giorno acquistar fede, e credenza tra' più esperti professori di quest' arte, e tra quegli Ingegneri, che bramano di appoggiare le loro opere a qualche saldo fondamento. Confessano essi, che questo libro è un fondo inesausto di utilissime avvertenze per la condotta delle acque, e che vi si trova tutto ciò, che si brama alle occorrenze, o di fare nuovi lavori, o di giudicare dell' esito di quelli, che da altri vengono proposti. Nelle dispute, che sopra tali materie insorgono non pure nel Bolognese (le cui calamità hanno data occasione di coltivar quivi più, che altrove, o piuttosto quivi hanno da principio fatto nascere sì fatto studio) ma nel Ferrarese, nella Romagna, nella Toscana, in Roma, ed in altre parti d' Italia, si citano i suoi insegnamenti, e si rispetta la sua autorità; nè io so veramente se fra tanti ritrovamenti, che da un secolo in quà ha prodotti lo studio, e l' ingegno de' nostri, o degli stranieri mattematici, alcuno mostrar se ne possa di maggior profitto, e di uso più immediato alla società degli uomini (al cui vantaggio parmi, che dovessero indirizzarsi gli studj, che s' intraprendono da chiunque ne è parte) d' una scienza, mercè cui si ponno oggimai non più alla cieca, ma colla scorta di qualche principio, intraprender opere grandi intorno alle diversioni, e ad ogni altro regolamento di acque correnti.*

Non è già, che per tutto ciò io pretenda, che in quest' opera sia stato esausto un sì vasto argomento, nè prescritto in essa un termine agli studj de'

de' posteri; anzi confesso, che sebbene dopo di essa niente, che io sappia, è stato aggiunto alla dottrina degli alvei, potrebbe per avventura qualche elevato, e felice ingegno andar più oltre colle speculazioni, e da' termini generali, entro i quali pare, che l'Autore si sia contenuto, avanzarsi a qualche cosa di più speciale, riducendo a misura quegli effetti, de' quali egli ha solamente per così dire considerate le proporzioni.

Si può co' fondamenti spiegati in questo trattato predire, che un tal fiume congiunto ad un tal' altro ne scemerà la pendenza, e ne aumenterà la larghezza, ma già non si potrebbe determinare fino a qual segno sia per giugnere nè l' allargamento, nè l' escavazione. Si può prevedere, che un torrente sassoso mandato a scorrere sopra una pianura si formerà per mezzo di essa un' alveo curvilineo colla concavità rivolta in alto, ma non si saprebbe già delineare in un profilo la giusta misura di quella curva, che la natura è per prescrivergli. Questi, ed altri molti problemi, che nella pratica sarebbero veramente di un' incredibile utilità, sono ancora riserbati all' industria degli Idrometri. Si può ben credere, che l' Autore ne abbia conosciuta l' importanza, ma insieme ne avrà ravvisata la difficultà; e bisogna anco aggiugnere, che alcuni fra essi sono di tal natura, che quando si avessero metodi per risolverli, ove non si inventassero prima altre regole per accertare tutti que' dati, che dovrebbero presupporsi a tali ricerche, poco sarebbe il profitto, che nella pratica se ne potrebbe sperare.

Dopo tutto quello, che si è detto in proposito di quella parte del presente libro, che riguarda gli alvei, e che tutta è d' invenzione dell' Autore, renderà forse maraviglia a chi leggerà le nostre annotazioni lo scorgere, che esse per lo più spettino a quell' altra parte, che versa sopra il moto delle acque, e che da tanti altri era stata trattata. Non sarà tuttavia difficile intenderne la ragione, se si rifletterà a ciò, che poc' anzi si è accennato, cioè non avere finora questa parte per fondamento altro, che mere ipotesi, e conghietture.

Quanto più incerti sono i principj, su' quali una scienza è stabilita, tanto più d' oscurità, e di difficultà conviene, che ne contengano i dogmi, e tanto più di materia somministrino da meditarvi sopra, e da farvi annotazioni. Veramente egli parve, che nel libro della misura delle acque correnti si persuadesse l' Autore di aver già trattata questa parte con tale evidenza, che i principj da lui stabiliti si dovessero riputare qualche cosa di più, che semplici ipotesi. Ciò non ostante si vedrà nelle note presenti, e specialmente in quelle del primo, e del 4. capo, a quali difficultà possano essere soggetti, e quanta ragione abbiano gli scrittori di desiderare, che tali principj si mettano in maggiore certezza col paragone degli esperimenti, che soli ponno decidere intorno alla loro sussistenza. Io non ho voluto dissimulare le dette difficultà, anzi non mi sono guardato di allontanarmi in qual-

qualche caso, ove la materia lo richiede, dal sentimento dell' Autore, il che ho stimato di poter fare salvo l' onore, che io debbo alla memoria di un tant' uomo, il quale ho eziandio il titolo di rispettare come maestro. Per altro ben sono persuaso, che se alle regole per esso stabilite non si dee dare, che il nome d' ipotesi, queste sieno per lo meno tanto verisimili quanto alcun' altra, che da alcuno sia stata adottata, e ciò pure si mette in chiaro nelle stesse annotazioni.

Siccome ad imitazione dell' Autore ho inteso di adattarmi in ciò, che ho scritto anco alla cognizione di quelli, che non sono più, che mediocremente introdotti negli studj delle mattematiche, così mi sono astenuto da entrare in ricerche talmente profonde, che per venirne a capo fosse indispensabile l' uso della più sublime geometria, e tanto più, che nella professione di quest' arte ho osservato non essere, che assai rari i casi, ne' quali faccia d' uopo ricorrervi, e molto meno quelli, ne' quali siano necessarj i calcoli algebratici, che non sarebbero stati intesi da molti, capaci per altro d' intendere perfettamente quest' opera.

Ben so, che non ostante il pregio in cui meritamente è tenuto il presente trattato, di poco conto sarà riputato da alcuni il mio assunto, non tanto a riguardo del libro stesso in particolare, quanto per quel discredito, in cui generalmente tengono tutte le dottrine teoriche sopra tal materia persuasi, come sono, che trattandosi d' affari d' acque non vi sia bisogno, che d' una mera pratica.

E certamente chi negasse, che la pratica non sia indispensabilmente necessaria per mandare ad effetto quei lavori (quali si sieno) che occorre di fare intorno a' fiumi, agli scoli, a' canali, o ad altre acque, poco senno dimostrerebbe, vedendosi tutto giorno opere ben' intese mancare del loro servigio per essere state commesse a chi non aveva bastante capitale di pratica per eseguirle. Richiede senza dubbio ogni regola di prudenza, che il carico dell' esecuzione si commetta più, che ad altri a chi per lungo uso ha potuto osservare, ed apprendere quali facilità, o quali difficultà si sogliono incontrare su i fatti, e come profittando di quelle si possano sfuggir queste con risparmio di danaro, e di tempo, e con vantaggio dello stesso lavoro. Aggiungasi, che ne' libri teorici poco, o nulla d' ordinario si trova scritto, nè intorno a materiali, nè intorno alle manifatture de' lavori; nulla a cagion d' esempio intorno al modo di pestare, spianare, e render consistente la terra alzata in argini; nulla intorno alle scarpe da darsi alle escavazioni, alle arginature, alle ripe, secondo le qualità de' terreni; nulla intorno alla scelta d' uno più, che d' un' altro legname, nè alle grossezze, nè alle lunghezze, nè alle fitture de' pali, nè alla maniera d' incatenare, nè di riempiere, nè di rinvestire pignoni, sassaje, od altri ripari; nulla insomma di molte, e molte cose, che voglionsi necessariamente sapere da chi si mette a far' opere di tal natura. E seb-

sebbene sarebbe desiderabile, che alcuno esperto ingegnero desse al pubblico un trattato compito, e metodico sopra tali particolarità (delle quali solamente qualche cosa si legge nelle opere del Baratteri, negli scritti del Meyer, ne' discorsi del Sig. Viviani, e in pochi altri) nulladimeno chi colla propria sperienza tali notizie si fosse acquistato di gran lunga sarebbe da anteporre a chi stimasse di averle bastantemente apprese colla semplice lettura degli altrui libri.

Ma all' incontro, che la nuda pratica dia cognizioni bastanti per ben concepire un progetto di qualche momento in questo genere, non si può concedere, se pure non si cambiasse come alcuni fanno ciò, che propriamente è pratica, con ciò, che è vera teorica. Per avvedersi di ciò basta chiedere a quelli, che tutto stimano doversi rimettere a' pratici, se essi credano, che un pratico proponendo per avventura alcun suo pensiero in ordine a un taglio, a una derivazione, a una diversione, o ad altro regolamento d' un fiume, parli totalmente a caso; perciocchè se così pensassero, poco mancherebbe loro per intendere, che quel tale non è nè teorico, nè pratico, ma al più, quando la riuscita del lavoro si trovasse rispondere all' intenzione, potrebbe chiamarsi un' indovino. Se poi reputano, ch' egli parli col fondamento di qualche ragione, allora egli fa gran torto a se stesso intitolandosi pratico; al contrario egli è teorico senza accorgersi di esserlo, perocchè alla teorica, e non alla pratica appartiene il riferire gli effetti alle loro cagioni, e dalla cognizione di queste prevedere quali debbano riuscir quelli; e tutto lo scrupolo, che sopra un tal' uomo potesse rimanere sarebbe, che egli nel ragionare, che ha fatto, avesse per disgrazia mal ragionato, nel qual caso niuno dovrebbe biasimare, se altri studiasse quegli Autori, che pretendono d' insegnare a ragionar meglio di lui. Che se per ultimo stimeranno non parlar' egli nè a caso, nè con fondamento di ragione, ma con quella sola cognizione, che può dargli l' esperienza d' altri simili casi da lui veduti, allora se veramente in cotesti casi concorrevano tutte senza eccezione le stesse stessissime circostanze, che concorrono nel caso, di cui si tratta, non pure convengo, che il suo giudizio debba preferirsi a quello di qualsivoglia teorico, ma dico non esservi al mondo alcun' uomo nè teorico, nè pratico, a cui si debba affidare un tale affare, che a lui solo, a cui è toccata la rara sorte di vederne il successo in tante individuali esperienze; ma se qualche circostanza è varia da un caso all' altro, forza è, o che egli arrischi un tentativo della sua pratica, o che torni a far da teorico, adducendo una ragione per cui sia ben sicuro, che la diversità di quella circostanza non possa cangiare la riuscita dell' opera.

Tanto ho stimato opportuno di dire per aprire, se possibil fosse, gli occhj ad alcuni, che in negozj d' acque si fanno beffe d' ogni studio teorico, ingannati da questa popolare, ed antica ciancia, la quale non pure va tutto gior-

to giorno per le bocche di coloro, a' quali giova, che così si creda, ma talvolta arriva a trovar fede, ed a sedurre il giudizio anco di quelli, che più hanno interesse di non prendere in ciò degli abbagli; concordando io per altro, e concedendo di buona voglia, che in simili affari siccome a nulla serve una pratica troppo cieca, così resti inutile una teorica troppo astratta, e che la perfezione debba consistere in un giudizioso accoppiamento dell' una coll' altra.

Possiamo tuttavia rallegrarci, che a' tempi nostri i Periti, e gli Ingegneri più saggi nella nostra Italia, fatti accorti della necessità di unire insieme cotesti due studj, abbiano cominciato a gustare colla frequente lettura di questo libro quei fondamenti teorici, che per l' addietro parevano trascurarsi dai più di loro. Il che se continueranno a fare, non dubito, che non sieno ben tosto per ridursi a tale di aver' essi minor bisogno di mattematici per l' invenzione, di quello, che i mattematici abbian bisogno di loro per l' esecuzione delle più importanti intraprese in materia d' acque.

A' BE-

A' BENIGNI LETTORI.

HO considerato più volte, da che provenga, che le proposizioni mattematiche restino provate con ragioni cotante ferme, che meritino nome di dimostrazioni, e sforzino gl' ingegni degli uomini all' assenso; laddove le fisiche non ammettono, se non motivi probabili, che non oltrepassano la sfera del verisimile. Negli andati tempi, quando i filosofi si fermavano su la corteccia de' soli nomi, e assegnata che aveano per cagione d' un' effetto naturale, o una virtù, o una facoltà, o una qualità, sembrava loro d' essere arrivati all' ultimo termine del sapere, era facile il credere, che la diversa natura degli oggetti della fisica, e della mattematica, potesse riputarsi autrice dell' incertezza dell' una, e dell' evidenza dell' altra; a' nostri giorni però, ne' quali gli uomini penetrando più a dentro, e sino al midollo delle cose, hanno cominciato ad assegnare per cagioni degli effetti della natura, non più ideali virtù, ma in luogo loro la grandezza, la figura, e il moto de' primi componenti materiali, non può dirsi, che l' incertezza della fisica abbia origine dall' oggetto di essa, quale s' innalzi di gran lunga sopra quello delle mattematiche; essendo che la grandezza, e la figura sono pure gli oggetti della geometria, siccome il moto si è quello della meccanica.

Pertanto sempre più resta con gran ragione da dubitare, e da ricercare maturamente, d' onde nasca, che sebbene restano occupate, l' una, e l' altra di queste due scienze, in trattare dell' oggetto medesimo, nulladimeno la mattematica si è tanto avanzata, e tutto 'l giorno così va avanzandosi, che sembra di non aver limiti alla sua estensione, ove al contrario, la filosofia naturale, abbenchè nel secolo presente abbia fatto qualche progresso, contuttociò resta così indietro, come se non avesse alcuna connessione colla mattematica suddetta: e pur bisogna confessare, ch' essa è obbligata di riconoscere tutto 'l suo, qualsisia, accrescimento dall' attenzione, che hanno avuta i mattematici d' impiegare in vantaggio della medesima, le regole della geometria, e della meccanica.

Considerando perciò, che i mattematici, gelosissimi dell' evidenza delle proposizioni, richiedono ne' loro supposti una perfetta astrazione da tutto ciò, che può alterare le conseguenze delle dimostrazioni, il che per fare, assumono delle idee puramente intellettuali, nelle quali non cade alcuna, benchè menoma imperfezione; ove al contrario, i fisici sono tenuti d' ammettere ne' loro supposti tutto quello, che concorre, o che può attualmente concorrere alla produzione d' un' effetto, mi son persuaso di riconoscere in ciò l' origine dell' incertezza della filosofia naturale; e mi sono confermato in tale creden-

za

za col riflettere, che in quelle scienze, nelle quali i mattematici prendono a discorrere d' oggetti fisici, come sono l' ottica, le meccaniche, l' astronomia &c. si contentano, che le loro proposizioni si verifichino, dentro una certa latitudine, ed in teorica, poco curandosi, se l' esperienza fa riscontrare nell' applicazione delle medesime, qualche picciola diversità: ed in fatti non sono state ricevute nel numero delle mattematiche, anche miste, se non quelle scienze, che hanno un' oggetto assai semplice, le cui affezioni dipendono, o da una sola, o da poche cagioni; e che ponno essere poco mutate dalle resistenze, e dall' impurità della materia.

La multiplicazione adunque delle circostanze dalle quali, o si produce, o si varia, o s' accresce, o si scema un' effetto, è quella, che apporta tutta la difficoltà di provare le proposizioni fisiche, colla stessa evidenza, colla quale sono dimostrate le geometriche: ed in ciò non v' ha dubbio veruno; poichè chiunque ha avuta mano in cercare delle verità spettanti alla quantità anche astratta, sa bene per prova, quanto difficile si renda il metodo di rinvenirle, quando i supposti si multiplicano oltre il dovere; e non per altro riescono facili gli elementi d' Euclide in proporzione della geometria più recondita, se non perchè le loro proporzioni, il più delle volte, poc' altro suppongono, che la sola idea, o diffinizione della figura, e se talvolta v' è qualche cosa di più, non dà tormento all' immaginazione per essere conceputa: al contrario riesce astrusa la ricerca della natura delle linee di più alto grado, solo perchè i supposti s' accrescono di numero; e perciò è d' uopo di facilitarne i metodi coll' analisi, che serve d' appoggio, o, com' altri dicono, d' estensione all' immaginativa.

Se dunque nella più astratta geometria, il multiplicare i dati serve ad accrescere la difficultà di rinvenire ciò, che da quelli può derivare; quanto più tal multiplicazione avrà luogo, in rendere difficile la ricerca degli effetti naturali, e delle regole, con che opera la natura? posciachè, posta sempre la cagione medesima, e parimenti il medesimo soggetto, nel quale dee prodursi l' effetto; anzi data la cognizione di più cagioni insieme operanti, ciascheduna colla sua energia; e supposta la cognizione del soggetto in ordine a tutte le circostanze, nelle quali esso si trova; dato in oltre per conosciuto il concorso del mezzo, e di tutto ciò, che può estrinsecamente fomentare, o alterare, o impedire l' effetto; non è già impossibile, assolutamente parlando, (abbenchè oltre ogni credere, difficilissimo) di trovare per via di dimostrazione ciò, che ne dee succedere, quando tutto il predetto debba operare per necessità di natura; ma non può finalmente aversi in tutti i casi, veruna sicurezza, che tutto quello, che una volta ha cooperato a produrre un' effetto, debba altresì concorrervi un' altra; e che non si varj per conseguenza l' effetto medesimo.

Questa, e niun' altra, è la cagione, per la quale i medici hanno bel dare

dare delle regole generali, concernenti alla curazione de' mali, ed al pronostico de' medesimi; perchè ad ogni modo rade volte si troverà, che si verifichi universalmente alcuno de' loro aforismi, abbenchè sia esso stato dedotto immediatamente dall' osservazione: e questo anche è il perchè resta screditata la chimica in molti de' di lei più rinomati esperimenti, come pure nota il famosissimo Boile nel suo libro de Infido experimentorum successu.

Quindi è, che per discorrere dell' opera della natura, non si può batter' altra strada, che quella, o di considerare le cose individualmente, oppure, volendo formare delle proposizioni universali, di porre fra' supposti quelle sole cagioni, che più frequentemente concorrono a dar l'essere a un nuovo prodotto, e lasciare al discernimento di chi vuole applicarle, la cognizione dello stato individuale di ciascun caso; acciocchè, riflettendo alle ragioni, possa dedurne, se, o lo statuito nella proposizione sia in tutto applicabile; o pure se alcun' altra circostanza non considerata nella dimostrazione, possa alterare in qualche parte la verità della medesima; quando però non si voglia procedere per una via puramente mattematica, quale è quella di prescindere da tutte le circostanze estrinseche, e di considerare l' effetto, come se fosse dalla sua cagione prodotto nel voto, o dentro d' una materia perfettamente omogenea, il che quantunque possa praticarsi rispetto a certa sorta d' oggetti, che operano con una somma semplicità, come sono il raggio della luce, i tremori del suono, il moto de' gravi &c. non è però sempre praticabile, rispetto a quelle cagioni, che hanno un' operar più composto, e più soggetto alle alterazioni.

Ho voluto prepararvi l' animo, miei benigni lettori, col farvi conoscere la cagione dell' incertezza della fisica, acciocchè vediate quello, ch' avete da promettervi di me nell' opera, che ora dò in pubblico sopra la Natura de' fiumi. *E' questa un trattato fisico per quello, che risguarda l' oggetto, che nemmeno è de' più semplici; ma il medesimo, rispetto al modo della considerazione, non lascia di appartenere in qualche maniera alle mattematiche; avete dunque da prefiggervi nella mente, di non aspettare da me, nè in tutte le dimostrazioni, quel rigore, che di ragione esigereste da un geometra, nè in tutte le proposizioni, quell' universalità, colla quale sono proferite le asserzioni più astratte. Io vi diedi, alcuni anni sono, la misura dell' acque correnti, nella quale so d' aver camminato con più di rigore, dal che fui obbligato a prescindere dagl' impedimenti, da' quali, o non mai, o quasi mai, va scompagnata l' acqua, che corre per li canali; ma ora, che ho voluto darvi una teorica de' fiumi, non poteva io farlo con una perfetta astrazione, senz' incorrere la taccia di fingermi una materia diversa da quella, della quale si vale la natura nel formare gli alvei a' fiumi medesimi. Quindi è, che necessariamente è bisognato mettere a conto gl' impedimenti, i quali, perchè sono di tante sorte, e di così diversa natura nell' operare, che*

che riesce moralmente impossibile il ridurli in classi particolari; perciò m' è convenuto considerarli nel loro genere, e dedurne ciò, che i medesimi possano, secondo le circostanze, tanto in alterare il corso dell' acque, quanto in produrre altri effetti, che sembrano maravigliosi. Non mi do già a credere di avere esaminati tutti i casi possibili, o considerate in ognuno di essi tutte le circostanze, che loro ponno avvenire; essendo, e quelli presso che infiniti, e queste troppo variabili; bensì penso d' avere spiegati gli effetti, che più universalmente si riscontrano ne' fiumi, e d' aver dimostrata la connessione, che hanno i medesimi colle loro vere cagioni. Nel far ciò credo essermi riuscito di scoprire molte proprietà degli alvei, per l' avanti affatto sconosciute, la cognizione delle quali porgerà a' professori molto di lume alle occasioni, per tenersi lontani da quegli errori, che per lo passato hanno prodotti sconcerti grandissimi; e darà l' apertura a' medesimi di esaminare i loro progetti prima di proporli, poscia di eseguirli colla scorta della ragione. Bisogna confessare, che l' architettura dell' acque ha camminato fin' ora con piede poco sicuro, a cagione del non avere mai trovato, chi le dia l' appoggio delle scienze necessarie; dal che ancora è proceduto, che la medesima è stata ripiena di falsi supposti, e d' equivoci. Io mi lusingo, d' averne scoperti molti; e per conseguenza di avere levati altrettanti inciampi alla felicità del di lei progresso, che giova sperare sia per succedere maggiore alla giornata, se i mattematici impiegheranno la meccanica, la scienza del moto, e la geometria (scienze affatto necessarie) all' avanzamento della medesima; e s' accertino di poter farlo con frutto, particolarmente se travaglieranno attorno quella parte delle meccaniche, la quale fin' ora non è stata toccata da altri, che dal Sig. Neuton insigne mattematico Inglese, ma non in maniera da potersene valere in proposito de' fiumi. L' utilità della materia può persuadere ognuno ad intraprenderne la fatica; poichè difficilmente troverassi altra parte della fisica, la cognizione della quale, più di questa, sia necessaria agli usi degli uomini, essendo pochi i paesi, che, o da' fiumi non ricevano danni, o da' medesimi non ne ricavino utile, a misura delle condizioni diverse de' fiumi stessi, e dell' arte, colla quale i popoli s' applicano alla loro condotta.

Quanto a me, so d' avere impiegato tutto lo sforzo possibile per promuovere questa scienza; ma non ho potuto farlo, che in picciola parte, e rozzamente; perchè avendola trovata quasi affatto incolta, m' è bisognato superare quella messima difficoltà, che suole incontrarsi nello stabilimento delle scienze nuove. Ciò, che di buono mi sia riuscito di fare, io non lo so; so bene di non avere avuta altra mira in questo mio assunto, che di cooperare alla pubblica utilità; e perciò, quando non vi fosse altro di considerabile in esso, vi sarà almeno il motivo di averne scritto a tal fine, e soddisfatto all' obbligo, ch' a tutti corre di adoperare il proprio, qual si sia, talen-

lento in pubblico vantaggio. Questo motivo medesimo m' ha fatto uscire, di quando in quando, dalla pura speculazione teorica, coll' aggiugnere delle regole attenenti alle principali operazioni dell' architettura dell' acque, acciocchè i professori di essa possano, leggendole, ridursi alla memoria ciò, che principalmente merita d' essere considerato nell' esecuzione delle medesime. Ho procurato altresì di rendermi chiaro, quanto ho potuto, sì ne' motivi delle dimostrazioni, tra' quali ho perciò scelti i più facili, e i più famigliari; sì nella frase, nella quale non ho avuto altro oggetto, che la chiarezza; sì finalmente nelle figure, che voi dovete interamente all' aggiustatezza del Signore Egidio Bordoni, che nel delineare le medesime, ha voluto, oltre il renderle intelligibili, anco ornarle, col dare sfogo al suo pulito disegno: mentre io, per altro, non avrei saputo darvi, che rozzi sbozzi di pure linee, non bastanti a rendere pienamente instrutti del mio sentimento tutti quelli, che, o per genio, o per professione, s' applicassero alla lettura del libro.

Rispetto al metodo, voi vederete, che ho distesa la materia in quattordici Capitoli, divisi, per una parte di essi, in diverse proposizioni provate colle più limpide ragioni, che ho saputo, dalle quali ho dedotti gli opportuni corollarj: contengono, e quelle, e questi, le principali proprietà de' fiumi, le quali hanno poi servito di base a molte considerazioni, parte, o inserite tra le proposizioni medesime, o aggiunte nel fine de' capitoli; e parte disposte sotto capi particolari. Avrei potuto molto più abbondare nel numero delle proposizioni; ma per isfuggire la soverchia lunghezza, mi sono contentato di portare, in luogo loro, le semplici asserzioni, aggiungendovi in succinto i motivi per prova: e tanto ho creduto bastare a chi avrà inteso le cose precedenti; il che parimente ho praticato rispetto alle regole, date per direzione della pratica. E perchè possano facilmente trovarsi, anche scorrendo il libro, le asserzioni sparse quà, e là; in luogo di annotazioni marginali, ho fatto porre in carattere corsivo ciò, che ho creduto più particolare. Per fine voglio avvertirvi, che una gran parte delle proposizioni non solo sono fondate sulle ragioni, che ho addotte in prova di esse; ma in oltre sono le medesime confermate dall' osservazione, e dall' esperienza; poichè con questi mezzi son' io arrivato a conoscerne la verità nelle occasioni, che sin' ora ho avute frequenti, di osservare, e considerare, e speculare ad un tempo, sopra gli effetti de' fiumi, di far prendere le misure delle cadute di essi &c. Avrei potuto addurvi le predette osservazioni in prova delle proposizioni medesime; ma perchè non l' avrei fatto, che rispetto a quelle de' fiumi, al più, dell' Italia, ho voluto piuttosto valermi di ragioni più generali, ed astenermi dalle predette, col lasciare, che ciascuno ne' fiumi del suo paese ne riscontri la verità, che servirmi di prove, e d' osservazioni particolari, che nè meno sarebbero state intese da' forestieri. Gradite, benigni lettori, quest' effetto del mio buon desiderio d' impiegarmi in pubblico beneficio. E vivete felici.

TRAT-

TRATTATO
DELLA NATURA DE' FIUMI.

CAPITOLO PRIMO.

Della Natura de' Fluidi in generale, e spezialmente dell' Acqua, e delle di lei principali proprietà, necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia.

NOn è possibile a veruno (per quanto io creda) il ben' intendere la Natura dell' Acqua, se prima non ha ben capita l'essenza, o la constituzione de' corpi fluidi in generale, atteso il doversi quella, senz' alcun dubbio, connumerare fra questi. Per arrivare adunque a tale notizia dee ricercarsi prima ciò, che s' intenda sotto nome di corpo fluido, e secondo, ciò che debba avere realmente, e fisicamente quel corpo, che tale viene denominato; o, che è lo stesso, quale sia la mentale, e quale la fisica idea della fluidità. Per rinvenire e l' una, e l' altra io la discorro così. Può avvertirsi da ognuno, che i Corpi tutti dell' Universo, si concepiscono dagli Uomini, secondo l' apparenza, o come uno, o come molti, e perciò alcuni vocaboli sono determinati a significare un solo individuo, come *Sole*, *Terra &c.* ed altri ad esprimere una congerie de' medesimi, come *Esercito*, *Selva*, *Popolo &c.* Abbenchè però questi ultimi sempre partecipino in qualche modo la ragione dell' unità, non vi è però chi non sappia, non essere questi, che moralmente, un solo individuo; ma bensì un composto indefinito di molti: non così de' primi, ne' quali si concepiscono dal volgo le parti come unite al suo tutto, insieme continuate, e quasi cospiranti alla formazione di esso, che perciò è concepito come una cosa sola indistinta in se medesima, e distinta da tutte le altre. Quegli però, che non si fermano del tutto nella corteccia delle notizie volgari, apprendono bene, che tutto ciò, che viene loro rappresentato da' sensi sotto specie d' un solo individuo, non è, che un rammassamento di parti più picciole, una distinta dall' altra, e che unite insieme concorrono alla costituzione del tutto.

Queste

Queste parti componenti, o sono così unite una all'altra, che ripugnando all'essere separate, proibiscano, che un'altro corpo passi fra esse, o no. Nel primo caso i composti si chiamano duri, e quando fosse tale l'unione, ed il contrasto ad essere separate, che non potesse da veruno Agente naturale essere superato, si direbbero i composti avere una perfetta durezza; ma perchè non se ne danno di tal sorta, quindi è, che i corpi naturali si chiamano duri respettivamente, più, o meno secondo la diversa resistenza, che fanno le loro parti ad essere separate; e perciò nel secondo caso, permettendo li corpi naturali, che le loro parti siano separate una dall'altra, ciò può farsi in due maniere, o in modo, che quelle, che restano, non mutino la situazione, e i toccamenti, che hanno fra di se; o pure, che in luogo di quelle ne sottentrino successivamente delle altre consimili. I primi si chiamano corpi consistenti, e i secondi corpi liquidi; e perchè può essere, che le parti, le quali restano nel composto, ne ritengano la primiera situazione, nè entrino immediatamente in luogo delle perdute; quindi è, che bisogna aggiungere una terza affezione participante in un certo modo, e della liquidità, e della consistenza, che si chiama mollizie, o lentore, siccome i corpi, che la possiedono, molli, o lenti.

Dovrà dunque chiamarsi corpo liquido quello, che, essendo considerato come un solo, è permeabile da un'altro corpo in modo però, che il permeante sia sempre circondato dalle parti di esso; cioè a dire, che queste concorrano immediatamente a riempire il luogo successivamente lasciato da quello: e questa sarà l'idea mentale idonea a farci distinguere i corpi liquidi da quelli, che non sono tali.

Per maggiore intelligenza di che, si dee avvertire, che alla liquidità si ricercano due condizioni essenziali; La prima è l'unità della sostanza apparente nel corpo, che si chiama liquido; posciachè manifestandosi esso come una congerie di corpi minori distinti, non così facilmente sarà chiamato dall'universale degli Uomini, Corpo liquido; ma bensì una massa di più corpicciuoli, come si dice de' cumuli di arena, di miglio, e simili, i quali abbenchè abbiano qualche proprietà de' corpi liquidi nulladimeno non ne partecipano il nome; e ciò nasce, perchè la denominazione, che si dà loro, è propria del componente, che apparisce al senso, e non del composto; & all'incontro ne' corpi chiamati liquidi, il nome si dà al composto, non alla parte componente, che per essere insensibile non ha avuta la sorte di essere significata con un vocabolo particolare. Di quì nasce, che per la sensibilità, o insensibilità delle parti componenti sono distinti i corpi liquidi da i cumuli, o masse predette, che è una differenza affatto acciden-

tale,

tale, e desunta dall'imperfezione de' nostri sensi; mentre per altro non può, che secondo il più, e il meno distinguersi l'essenza de' primi da quella de' secondi. Pure a fine di stare colla significazione comune del vocabolo di *Liquido*, è necessario richiedere in esso, come condizione essenziale, l'unità.

L'altra condizione è, che il liquido sia permeabile, senza però lasciare aperto il luogo del passaggio, che è lo stesso, che dire; che il corpo permeante sia sempre circondato, ed abbracciato dal corpo permeato. In questa condizione però vi sono alcune apparenti difficoltà, perchè non potendo succedere il liquido nel luogo abbandonato dal permeante, che per causa di un conato vicendevole, che abbiano tutte le parti componenti fra loro, supponendo separato da esse questo conato, non potrebbero, che seguitare le direzioni de' moti impressi dal permeante, e così in molti casi non dovrebbe più chiamarsi liquido, e pure non pare, che si muti essenzialmente la di lui natura. Ciò però non ostante egli è evidente, che in tal caso non potrebbe esso chiamarsi, che un corpo semplicemente permeabile: poichè in sostanza la liquidità è così connessa col moto, o almeno con la potenza motiva delle parti, che non può, nè meno dall'intelletto, separarsi da esso. Pare in oltre, che un corpo possa passare per mezzo di un'altro con moto così tardo, che sebbene questo non si chiami liquido, nulladimeno però possa sempre tenerlo circondato durante il suo passaggio; ma può dirsi, che non basta, che ciò succeda rispetto ad un certo grado di velocità nel permeante; ma bensì rispetto a tutti li possibili, e che sia un' indizio di lentore non di una vera liquidità il circondarsi sempre il corpo permeante, quando questo si muove tardamente, non quando si muove più veloce. E se bene può per lo contrario intendersi tal grado di velocità nel corpo permeante, che non possano immediatamente portarsi ad abbracciarlo le parti del liquido; si dee avvertire, che ciò sarebbe necessario in un corpo perfettamente liquido, ma non negli altri, a' quali s'attribuisce maggiore, o minor grado di liquidità, secondo che più, o meno prontamente le loro parti succedono nel luogo del permeante; e perciò la liquidità anch'essa è una affezione relativa. Pochi perciò, per non dire nessuno, sono i liquidi, che non abbiano qualche lentore, il quale per appunto si discerne fra gli altri motivi, anche da quella poca difficoltà, che impedisce le loro parti d'unirsi al di dietro de' corpi, che dentro di essi si muovono.

Vogliono alcuni, che tutte le parti della materia siano gravi, cioè, che abbiano un conato intrinseco, o se non tale, almeno originato da una cagione perpetuamente operante, che le spinga verso un punto

determinato, il quale si chiama Centro de' gravi. Ma altri ammettendo bene, che nel Mondo sublunare la materia tutta sia affetta di questo conato, lo niegano alla materia celeste, alla quale danno alcuni una certa tendenza verso il Sole. Io non voglio entrare quì a decidere questa controversia; ma supponendo almeno come possibile, che la materia non sia tutta grave, bisogna dire, che vi possano essere fra' liquidi altri gravi, & altri no. I primi, perchè hanno la loro tendenza al centro, che li obbliga ad accostarsi, quanto più ponno, al medesimo, e perciò (trovandosi liberi dagl' impedimenti) a portarsi verso di esso con una maniera di moto, la quale con vocabolo latino si dice *fluxus*, si chiamano perciò specialmente fluidi; ma gli altri liquidi, che non sono stati creduti dagli Uomini, affetti di gravità, come l' Aria, o l' Etere, sono stati da' più accurati detti semplicemente corpi liquidi, o spirabili, avendo loro negato il nome di fluidi, perchè gli hanno creduti inetti a fluire. Ciò che siasi di questa distinzione, io osservo, che tra' fluidi, cioè liquidi gravi, fra' quali annovero l' Aria, con la comune de' più sensati Fisici, altri sono compressibili, ed altri nò; cioè a dire, altri ponno da una mole maggiore ridursi ad una minore senza alcuna perdita della propria sostanza, ed altri contro qualunque sforzo mantengono la loro quantità senza accrescerla, o sminuirla, che coll' addizione, o detrazione d'altra materia. L'aria è il solo fluido compressibile, o elastico, che si abbia, per quanto sin' ora si sà, nella Natura; tutti gli altri sono incompressibili, come l' Acqua, l' Olio, il Vino &c. e se bene pare, che alcuno di essi sopporti qualche picciolissima, & insensibile compressione, ciò probabilmente nasce dalle minime bolle di Aria, che stanno racchiuse nella tessitura delle parti di esso.

Ma egli è omai tempo (a), che dall' idea puramente mentale, che

(a) A tempi ne' quali fu scritta quest' Opera erano gli studj della maggior parte de' Filosofi quasi unicamente rivolti ad iscoprire, se possibil fosse, la figura, la tessitura, i movimenti, e le altre affezioni meccaniche delle menome particelle, che costituiscono ciascuno de' corpi naturali, persuadendosi, che da ciò dipendesse l' ultimo compimento della scienza fisica, e la perfetta cognizione della natura, i cui effetti non da altri principj supponevano doversi riconoscere, che da due soli: materia, e moto. Fra quelli, che con maggiore studio, e con più attenta meditazione si adoperarono in così fatte ricerche, singolar lode certamente merita il nostro Autore, come si può scorgere dalle sue belle osservazioni intorno le figure de' sali, dal trattato del principio sulfureo, e da questo primo capo dell' Opera, che abbiamo per le mani, in cui prende a indagare le figure de' componenti di que' fluidi, ch' egli chiama naturali: l' Acqua, l' Aria, l' Etere, ed il Mercurio.

Ma comecchè egli abbia sopra tale argomento forse più d' ogni altro Scrittore ragionevolmente filosofato, mostrando nel presente capo per mezzo delle prime cinque proposizioni, e de' loro Corollarj potersi spiegare tutte, ò quasi tutte le principali proprietà dell' Acqua (della quale

che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l'idea fisica, cercando, quale sia la Natura di esso, idonea non solo a rendere la ragione

quale era suo principale intendimento di ragionare) supposte le particelle di essa di figura sferica; convien confessare, che una tale Ipotesi è soggetta a difficultà non disprezzabili, delle quali una sentii già proporre dall'acutissimo Filosofo, e Mattematico il Sig. Co: Jacopo Riccato, ed è: che se l'Acqua non fosse, che un' aggregato di piccole sfere, le quali insieme si toccassero (siccome l'Autore ha dovuto supporre, che si tocchino) e che fossero solide, o piene, e non già vuote (che tali appunto pare, che egli le ponga nel §. *io ho pensato più volte*, non ammettendo altro vacuo, che quello, che rimane negl'interstizj delle particelle dell' Etere) non pare possibile spiegare come si trovi in natura alcun corpo o fluido, o solido, che ecceda del doppio, anzi a molti doppj, la gravità specifica dell'acqua, laddove certamente alcuni ve ne hanno, e fra questi l'Argento vivo, che ben 13., ò 14. volte l'eccedono. Imperocchè posto a cagion d'esempio un vaso cubico tutto pieno di sferette di tal grandezza quale si vuol supporre quella de' menomi componenti dell'acqua, facil cosa è il dimostrare, che la somma degli spazj, che tra le sferette rimangono vuoti sempre è minore della somma delle solidità di tutte le sferette; e perciò quando, rimosse queste, s'intendesse il medesimo vaso tutto pieno di qualunque altra materia, che non lasciasse alcuno interstizio fra le sue parti (che è quel più di materia, che da un tal vaso possa essere contenuto) non potrebbe la quantità di tal materia essere nè pur doppia di quella di tutte le sferette, che capivano nel vaso; dal che siegue non potersi trovare alcun corpo, il cui peso specifico giunga al doppio di quello dell'acqua, giacchè per sentimento comune de' Filosofi (e che pare comprovato dall'esperienza, per cui si osservano tutti i corpi solidi cadere, prescindendo dalle resistenze, con velocità eguali) le quantità di materia contenute in ciascun corpo o solido, o aggregato di più solidi, sono proporzionali a' pesi degli stessi solidi.

Ma comunque sia della verità di questa, o di altre simili Ipotesi fisiche, egli si vuol' avvertire, che sebbene il nostro Autore prende a dedurre le proprietà de' fluidi dalla supposizione delle loro figure, non intende tuttavia, che quelle dottrine, che egli è per esporre intorno al corso delle Acque, sì necessariamente dipendano da tale supposizione, che senza di essa non potessero essere bastantemente provate. Assai certo è tutto quello, che appartiene al suo principale argomento sol che sia vera la sesta proposizione di questo capo, anzi pur solamente il secondo, e il terzo corollario di essa, i quali corollarj (come vedremo nelle note seguenti) vengono sì costantemente confermati dall'esperienza, che si ponno prendere come primi principj in questa materia. Quindi è, che abbiamo stimato meglio tralasciare qualche annotazione, che ci sarebbe occorso di fare a queste prime proposizioni concernenti la figura sferica delle parti de' fluidi, per passare a ciò, che più da vicino appartiene al movimento dell'Acque, stimando, che i principj di questa scienza abbiano assai più saldi fondamenti nell'esperienza, che in qualunque discorso, comecchè ingegnoso de' Filosofi. Un tal modo di filosofare è anco più conforme al genio del secolo, in cui scriviamo, nel quale già pare, che comincino a andare in disuso quelle sottili conghietture intorno alla figura, e alla costituzione delle particelle de' corpi naturali, o sia per diffidenza di spiegare gli effetti della natura co' soli principj meccanici (come dopo Cartesio si era cominciata a lusingare la maggior parte de' Fisici) o sia per disperazione di colpir nel segno nell'adattarli a' Fenomeni particolari. Quindi, come saggiamente avvisa il Cavalier Neuton, più sano consiglio è il ridurre lo studio della Filosofia naturale al cercare colle osservazioni le leggi della natura, e poscia secondo queste leggi predire ne' casi particolari quali debbano essere i Fenomeni, giacchè tanto per l'appunto può bastare per gli usi della umana società (al cui profitto debbono essere indirizzati gli studj degli uomini) lasciando l'investigazione delle prime cagioni a chi stima di non impiegare inutilmente il suo tempo nel rintracciarle.

gione della prima, ma anche di tutte le altre proprietà, che ne' liquidi si manifestano. Noi abbiamo detto, che il liquido è quello, che è permeabile da un'altro corpo, di maniera, che il permeante sia sempre circondato da esso; bisogna adunque, che il liquido s'accomodi sempre alla superficie del corpo permeante, ed acciò, che questo siegua, è necessario, che le parti di quello siano spinte verso il luogo abbandonato da questo. Tale spinta può essere cagionata o dal moto del medesimo permeante, dal quale (impressa che sia alle parti immediatamente contigue, ed opposte alla di lui direzione) venga poi comunicata successivamente alle altre, e ribattuta dalle resistenze trovate all'indietro, in maniera, che si faccia una circompulsione fino al luogo abbandonato dal mobile, come può succedere ne' puri liquidi: o pure può essere originata da qualche principio interno, o universale, come dalla gravità, o dalla forza elastica ne' corpi fluidi. In questi, comecchè la facilità di accomodarsi alla figura del mobile, nasce da uno de i due accennati principj, così è necessario, che da questi medesimi derivi una simile pronta disposizione di accomodarsi alla figura di un Vaso, che li contenga, senza la resistenza del fondo, e sponde del quale la muterebbero, fino a figurarsi sfericamente attorno al centro de' gravi, o pure fino a quietarsi in un'altro Vaso, che li contenesse; Quindi è, che la fluidità strettamente presa può definirsi, come fece Aristotile, per una pronta disposizione, che hanno i corpi di accomodarsi alla figura de' continenti, originata dalla gravità delle parti, che li compongono; e perciò non potendo mutarsi la figura d'un corpo, senza che le di lui parti mutino sito, ed i contatti vicendevoli, o strisciando una sopra l'altra, o staccandosi d'insieme; è necessario, che la connessione delle parti di un corpo fluido sia o niuna, o così picciola, che la gravità di esse ne possa prontamente superare il momento: dico la gravità, perchè essendo la forza elastica sempre eguale alla comprimente, ed essendo questa per lo più la gravità medesima del fluido, oppure potendo equivalere ad essa; poco importa, che si consideri la forza elastica immediatamente operante, oppure in luogo di essa il peso, dal quale la medesima prende la sua possanza.

Questo gran distaccamento di parti ne' fluidi, siccome è evidente, così è ammesso da tutti i Fisici, li quali ancora convengono, che esso debba essere di maniera, che una particella non possa riposare quietamente, e stabilmente sopra di un'altra, come farebbro due cubi; ma debba stare in una continua vacillazione, ed indigenza di un sostegno laterale, come se si volessero porre più sfere, o palle d'Artiglieria una sopra l'altra, le quali se bene, teoricamente parlando, ponno sostentarsi, se li punti tutti de' contatti, e i centri di gravità

siano

ſiano in una linea retta perpendicolare all'Orizzonte; nulladimeno però per ogni, anche menoma, cagione, quando non foſſero ſoſtenute dalle bande, ſi ſconcerterebbe la loro ſituazione perpendicolare, e rovinando al baſſo cercherebbero qualche ſoſtegno. Non s' accordano però tutti gli Autori in aſſegnare la cauſa del predetto diſtaccamento; poichè altri vogliono, che ne' fluidi vi ſia una certa perenne agitazione, che tenga in continuo moto le parti tutte de' componenti di eſſi; e di fatto per iſpiegare la fuſione de' Metalli, e la liquefazione della Cera, e delle Reſine (che non ſono altro, che il paſſaggio delle dette ſoſtanze dallo ſtato di firmità, o conſiſtenza a quello di fluidità) biſogna ricorrere al moto impreſſo nelle parti di eſſe, o dal calore, o da altro; anzi nell' Acqua medeſima ſi oſſervano le veſtigia, e gli effetti d'un moto inſenſibile, come ſono la diſſoluzione de' Sali, e l'eſtrazione di diverſe tinture &c. Altri però hanno creduto non averſi veruna neceſſità di ammettere queſto moto ne' fluidi, mentre la loro Natura può egualmente ſpiegarſi per la ſola figura de' minimi componenti; come per la Sferica, Sferoidea, e ſimili, le quali, non ammettono, per qualunque verſo ſi ſvoltino, il contatto con le vicine, che in un ſol punto, o in una ſola linea; abbenchè altri, ſecondo la diverſità de' liquori, abbiano eletta la figura Ottaedrica, Dodecaedrica, ed Icoſaedrica, e non ſia mancato chi ha creduto, l'acqua eſſere compoſta di più Cilindri ſottili, e flebili a modo di anguillette, penſando, che con queſta, più che con qualſivoglia altra figura ſi poſſano rappreſentare, e la natura, e le affezioni tutte, che le accadono. Io non voglio farmi partigiano di alcuna delle ſopradette opinioni; ma più toſto cercando di conciliarle m' appiglio a credere, che de' corpi fluidi ſe ne trovino di due ſorti; altri cioè, ch' io chiamo fluidi artificiali, o più toſto corpi liquefatti, ed altri fluidi naturali, o liquori. I primi non ſi può negare, che ricevano la loro fluidità da una agitazione violenta, che ſconcerta le parti, e toglie loro quell' unione, la quale per altro affettano, onde al ceſſare di eſſa agitazione ben preſto ritornano alla primiera coerenza: e queſti ſono tutti quelli, che all' accreſcerſi l' energia della cauſa liquefaciente, fortiſcono proporzionalmente maggiore fluidità, e col diminuirſi di quella la vanno perdendo; ma i ſecondi abbenchè non ſiano mai privi di moto, atteſa la facilità, che hanno di ubbidire a qualunque impreſſione, mercè il perfetto equilibrio, in cui d' ordinario ſi trovano; ad eſſo però non devono principalmente il loro fluore, ma bensì alla figura delle proprie parti, qualunque ella ſia, purchè dotata di qualche curvità: e queſti ſi diſtinguono da' predetti, perchè mantengono i gradi della propria fluidità [illegible], che in loro ſi trovi: e ſe vi foſ-

se qualche fluido, come io credo ve ne siano molti, che riconoscesse il proprio essere dall'uno, e dall'altro degli accennati principj, io mi lusingherei di poterlo distinguere dagli altri due, coll'osservare i gradi della di lui fluidità accresciuti, o scemati, all'accrescersi, o scemarsi dell'agitazione, ma non in proporzione di essa.

Troppo mi dilungherei dall'assunto intrapreso s'io volessi quì mostrare, che possono salvarsi colle supposizioni predette tutti i fenomeni appartenenti alla fluidità, o piuttosto valermi de' medesimi per dimostrare la verità de' supposti; solo adunque mi dò a riflettere non ricercarsi veruna determinata figura ne' componenti de' fluidi artificiali, potendo la violenza del moto superare ogni momento di coerenza fra' medesimi, o provenga questa immediatamente dalla configurazione de' minimi del composto, o pure da una pressione esterna, che produca effetto maggiore nelle figure terminate da superficie piane, e che hanno fra di se maggiori toccamenti; ed in fatti non v'è sostanza, che a forza di fuoco o non si dissolva, o non si liquefaccia. Vero è, che un medesimo grado di moto può rendere fluida una sostanza determinata, e lasciare nella sua quasi primiera fermezza un'altro corpo, che richiederà un grado di agitazione molto più grande, per essere liquefatto; e ciò proviene, non dall'efficiente, che si suppone invariato, ma bensì dalle diverse circostanze, fra le quali ha gran luogo la figura delle parti, ed il modo di combinazione, che hanno fra loro medesime. Si ricerca bene in tutti li fluidi, che le parti staccate l'una dall'altra siano insensibili, di modo che non lascino fra loro apparenti interstizj, e perciò è necessario, che il moto predetto possa sminuzzare in parti simili la sostanza del corpo, s'egli deve chiamarsi un fluido più tosto, che un cumulo di frangimenti; siccome fa di mestieri, che le parti sminuzzate conservino fra loro la contiguità, se il corpo si ha da dire liquefatto, e non risoluto in varie sostanze, o in vapori; e perciò non si riducono alla fluidità per forza di fuoco violento, che le sostanze più fisse, quali sono le terree, e le minerali.

Ma ne' fluidi naturali, oltre le dette condizioni, è necessaria una determinata figura, per cagione della quale una parte non possa avere gran connessione colle vicine, quale sarebbero o la Sferica, o la Sferoidea, o altre simili; poich' egli è certo, che toccandosi queste figure in un sol punto, non ponno avere molto contatto, e per conseguenza nè anche gran connessione di parti. Noi abbiamo detto di sopra, che i cumuli, o masse, per esempio, di Miglio, d'Arena, di limatura di Ferro, e simili hanno gran similitudine co' fluidi, da' quali non sono differenti, forse che nella grandezza delle parti componenti, nella diversa pulitezza delle medesime, e nella condizione della figura più rego-

regolare; e perciò vediamo, che simili cumuli tanto più partecipano le proprietà de' fluidi, quanto le granella sono più picciole, più liscie di superficie, e meno angolari; ond'è, che se noi c'immagineremo, per esempio, uno di questi cumuli formato di particelle minutissime, e per conseguenza insensibili, di figura curva, e di superficie ben tersa, di modochè non possa impedire lo strisciamento dell' altre parti sopra di se; noi avremo o un vero fluido, o almeno un' esattissimo modello di esso, senza che a renderlo tale concorra alcuna efficienza di moto.

Non occorre affaticarsi molto in cercare diverse figure, secondo la diversità de' fluidi, abbenchè il numero di essi sia indefinito; perchè, trattandosi di fluidi artificiali, o misti, ogni figura, come si è detto, può soddisfare, potendo, la violenza del moto superare quel più di resistenza, che proviene dalla medesima: e per li fluidi naturali egli è certo, che non sono molti, se si prendono nella loro semplicità; e forse fra quelli, che si sanno, non v'è che l'Acqua, l' Aria, e l'Argento vivo. Per gli altri corpi fluidi può bastare o la mistura dell' Acqua in sufficiente abbondanza, che li renda tali, o pure quella degli altri fluidi naturali sopra enunciati, dipendendo ogni loro diversità dalla varia mistione, proporzione &c. delle materie, o saline, o solfuree, o terree, o bituminose, o d' altra natura. Basta dunque di determinare la figura delle parti di detti tre fluidi, per intendere la natura della fluidità di tutti gli altri, che da essi la partecipano.

E cominciando dall' Acqua, egli è manifesto per testimonio de' nostri sensi, ch' ella è trasparente, e ponderosa, ma non eccessivamente; e di più, ch' ella non è compressibile, cioè, che non può ridursi per forza esterna in un luogo minore di quello, ch'essa naturalmente occupa, prescindendo dalla rarefazione, e condensazione, che patisce nell' introdursi, e partirsi da quella il calore. Per ispiegare queste affezioni, basta supporre, che le parti dell' Acqua siano sferiche: poscіachè, per quello che riguarda la fluidità, toccandosi le sfere in un sol punto, egli è evidente, che i contatti saranno indivisibili, e perciò, o niuna, o quasi niuna sarà la coerenza delle parti: La trasparenza è facile da spiegarsi col mezzo de' pori, che necessariamente devono lasciare le Sfere insieme combinate, i quali saranno disposti in linee sensibilmente rette, non potendovi mai essere altro divario, che il semidiametro di una di dette sferette, ch' è insensibile, e tale, che non potremmo assicurarci con qualsisia diligenza di tirare sopra un foglio di carta una linea ben diritta, che non avesse sinuosità maggiori di quelle, che, in questo supposto, si concepiscono nella rettitudine d' un raggio di luce, che passi per gl' inter-

interstizj lasciati da dette sferette: ed in fine l'incompressibilità, ed il peso nasce dalla solidità di detti componenti, e dal non potersi ristringere li pori predetti.

Rispetto al Mercurio è necessario salvare in esso, oltre l'essere di fluido, anche la grande ponderosità, e l'opacità, il che non è così facile da ottenersi. Noi sappiamo, che il peso assoluto de' corpi nasce dalla quantità della materia, che li compone, ed il peso specifico de' medesimi è dovuto al più, ed al meno della materia compresa sotto una mole eguale. Egli è in oltre probabile, ed accettato da' migliori Fisici, che la diafaneità provenga dalla rettitudine de' pori, i quali si trovano nelle sostanze diafane, purchè essi siano permeabili da quella materia, che è il soggetto della luce; e perciò, o non avendo un corpo, poro veruno, o avendone, se essi saranno disposti in linee sensibilmente oblique; o se pure saranno piccioli a segno, che non possa penetrarvi con libertà la sostanza eterea, che verisimilmente si crede la base della luce, o ch' ella non possa mantenere, durante il passaggio per essi, le agitazioni ricevute dal corpo luminoso; è necessario, che succeda l' opacità. Quindi è, che per ispiegare le accennate affezioni dell' Argento vivo, bisogna supporre, che le di lui parti, qualora siano semplici, & elementari (come parmi di dovere ragionevolmente asserire) posseggano tal figura, che non permetta, se non minimi contatti: E perchè tal sorte di toccamento produce per necessità molti interstizj, e pori; perciò non potendosi unire alla natura del fluido omogeneo la loro deficienza, o obliquità, è necessario, che essi siano picciolissimi, anzi tanto pochi, che il loro difetto basti a supplire alla prevalenza del peso specifico. Tutto ciò mi è paruto potersi ottenere, ponendo, che le parti del Mercurio siano di figura Sferoidea, ma tale, che il di lei diametro maggiore abbia una grandissima proporzione al minore, il quale debba essere non molto più grande di quello di una particola d' Etere, e ciò perchè l' interstizio resti tanto picciolo, che l' Etere, predetto vi passi sì, ma non con libertà; e che perciò la di lui azione, nella quale consiste l' essenza della luce, o venga a perturbarsi, o resti insensibile. La grandezza del diametro maggiore di essa Sferoide serve ad ispiegare la ponderosità di esso, perchè sminuisce il numero degl' interstizj, e per conseguenza da luogo a maggior copia di materia.

L' unione dell' elastica, o sia compressibilità colla natura del fluido naturale, che si osserva nell' Aria, non è stata sin' ora sufficientemente spiegata. La maggior parte de' Fisici si accordano nel dire, che l' Aria è composta di parti di figura spirale, il che io non negherei; ma non sarei già facile ad approvare la spirale rivoltata intorno ad un Cilindro, o pure ad un Cono, e molto meno la semplice figura arcuata, perchè tal

tal sorte di figure, o contrasta alla fluidità, o non soddisfa appieno alle condizioni dell'elastica. Quindi è, ch'io più tosto eleggerei una spirale avvolta intorno ad una sfera, di maniera, che le distanze delle rivoluzioni fossero permeabili dalla sola materia eterea, che perciò potesse riempire le capacità della Sfera medesima. Con tal supposto egli è chiaro, che si spiega perfettamente la fluidità sempre permanente dell' Aria; posciachè siccome un gran cumulo di sferette di filograna potrebbe dirsi godere qualche sorte di fluidità, così la medesima non può negarsi all' Aria, se le di lei parti siano simili ad una di quelle. In oltre è evidente la compressibilità, potendo ognuna delle rivoluzioni spirali sottentrare, o almeno accostarsi al piano della vicina, di maniera, che tale sferetta possa comprimersi, e compressa che sia, dilatarsi per la lunghezza dell' asse delle rivoluzioni medesime. E perchè tali compressioni riducono la spirale predetta dalla configurazione di una Sfera a quella d'una Sferoide, la quale è capace egualmente, che la Sfera, a produrre la fluidità, manifestamente apparisce, che l' Aria compressa, o dilatata che sia, non accresce, o sminuisce l'essere suo di fluido, ma è necessario, ch'ella lo conservi sempre; se pure non vogliamo porre tale la distanza delle rivoluzioni, che possano tutte spianarsi in un cerchio massimo della sfera medesima, nel qual caso pure dovrebbe mantenersi qualche sorte di fluidità.

La predetta figura ha un' affezione particolare, che difficilmente si trova nell'altre ipotesi, ed è, che tale spirale Sferica può essere compressa al lungo dell' asse, da qualunque lato riceva ella i conati della forza comprimente, siasi questa o esterna, o fatta dal peso delle parti superiori del medesimo fluido; anzi, se noi vorremo ammettere un moto qualsisia nell'Etere, che lo porti a traverso di tutte le sostanze composte (come per salvare moltissime apparenze, pare necessario doversi fare) non sarà difficile nel medesimo supposto trovare la causa della stessa forza elastica; poichè posto, che una forza comprimente abbia così ristrette insieme le rivoluzioni della spirale predetta, che l' Etere non possa con libertà passare fra l' una, e l' altra; di necessità, tentando egli l'entrata, dovrà far forza per allargarle, e scostarle una dall' altra, e questa forza sempre dovrà essere maggiore, quanto più ristrette fra di se saranno le rivoluzioni della spirale; Ecco adunque la causa, per la quale le parti dell' Aria, compresse che siano, tentano continuamente di ridursi a mole più grande, nel qual conato consiste la forza elastica. Per ultimo si manifesta la cagione del poco peso dell' Aria, attesa la poca materia, che compone la di lei sostanza, e le grandi vacuità, che per conseguenza risultano non solo tra una sfera, e l' altra, ma anche dentro la corporatura di ciascheduna di esse.

Io ho

Io ho pensato più volte quale differenza debba porsi fra le parti dell' Acqua, e quelle dell' Etere, il quale, se bene è un liquido, che niente si manifesta per se medesimo a' nostri sensi, rende però con li proprj effetti altrettanto chiara la sua esistenza a chi lo risguarda con gl'occhi d' una ben purgata ragione. Dopo molte meditazioni finalmente mi sono fermato a credere, che la figura delle parti dell'uno, e dell' altro sia la medesima, e che la differenza tutta, per quello spetta alla materia, sia constituita nella mole di esse, di gran lunga maggior nell' Acqua, che nella sostanza eterea, e per quello che appartiene alla diversità delle affezioni, consista questa nella varietà de' movimenti, da' quali è agitata l' una, non l'altra sostanza. Se ciò vorrà supporsi, facilmente se ne potrà dedurre, che l'Etere contenuto dentro una mole eguale, per esempio di un piede cubo, ha meno di materia di quello abbia verun'altro corpo, avvegnachè i di lui interstizj, come che fatti dalle più picciole figure, che siano fra le parti materiali dell'Universo, non possono essere riempiti d' altra materia, e per conseguenza restano vuoti; dove quelli degli altri corpi essendo aperti alla sostanza eterea, non hanno dentro di se altre vere vacuità, che quelle, che restano fra le particole della medesima: Ho detto *vere vacuità*, perchè, se devo confessare il vero, non molto mi convincono gli argomenti di Cartesio, con li quali pretende egli di provare l' esistenza d' una sostanza più sottile dell'Etere, che riempia tutti gl' interstizj degli altri corpi, chiamata da esso Primo Elemento.

Sin quì abbiamo supposto, ma non provato, che le particole de' fluidi siano orbicolari, e precisamente, che quelle dell' acqua (il che è il nostro principale intento) siano sferiche; ora è necessario darne qualche pruova in modo, che non resti luogo di dubitare della verità di tale ipotesi. E perchè delle cose di fatto non si può avere altra evidenza, che quella, la quale nasce o dall'apprensione immediata, come succede nella cognizione, che si ha di esse per mezzo de' sensi, i quali nel nostro caso non arrivano a darcela: ovvero dalla coerenza degli effetti sensibili colle idee fisiche formate nell' intelletto per ispiegarli; ci daremo a dimostrare, che, posto che l' Acqua sia un' aggregato di picciole sferette gravi, devono succedere quegli effetti, che giornalmente s' osservano esser proprj di essa, e degli altri fluidi, che da essa hanno la fluidità. Io suppongo le sferette dell'Acqua gravi, senza stare a cercare d'onde provenga la loro gravità; perchè tale ricerca è più propria della Fisica, o della Statica, che di questo Trattato. Non si può per tanto negare, ch' ella si trovi nelle particelle de' fluidi, perchè essendo essi gravi, bisogna, che tali siano per la gravità delle proprie parti, siccome devono la propria mole all'aggregato delle picciole molecole, che li compongono.

Prima

Prima però di venire alle dimostrazioni, egli è necessario di premettere alcune definizioni per maggior facilità del discorso. Per fare adunque strada alle medesime, si avverta, che del fluido, del quale abbiamo a parlare, si debbono intendere le parti contigue, e perciò dovendosi toccare, e supponendosi esse sferiche, sarà il contatto in un punto, per lo quale passerà la linea, che connette li centri; Supponiamo ora *Fig.* 1. *Tav. VI.*, che si trovino più sfere A, B, C, D, le quali abbiano i centri nella linea AD, questa (1) si chiami *Linea de' centri*, e la serie delle sfere predette si chiami (2) *Linea di sfere*. Due di queste linee contigue, e parallele ponno combinarsi in due maniere, cioè, o supponendo, che la seconda linea di sfere sia talmente situata con la prima AD, che l' altra linea de' centri AE stia ad angoli retti con la AD; o vero supponendo, che faccia colla medesima angoli obliqui, come AG. Nel primo caso egli è evidente, che le quattro sfere A, B, N, E, faranno spazj quadrangolari; ma nel secondo, come che tre sfere concorrono a fare uno spazio, sarà ognuno di questi triangolare, come quello, ch'è fatto dalle sfere A, G, B. Nell' una maniera, o nell' altra, se tutte le sfere avranno i centri in un medesimo piano, (3) si dica questo *Piano de' centri*, e (4) le sfere tutte *Piano di sfere*, il quale (5) se sarà orizzontale si chiami *Strato*, e questo nella prima combinazione (6) si nomini *Piano*, *o Strato retto*, e (7) nella seconda *Strato*, *o Piano obliquo*.

Sopra di uno strato si ponno intendere parimente situate in due maniere le altre sfere, che formano l' altezza di una massa di esse: cioè supponendo prima, che sopra ogni sfera insista a perpendicolo un' altra sfera, di modo, che la linea, che connette il centro della sfera superiore con quello dell' inferiore, sia perpendicolare alle due AE, AB dello strato retto, & alle due AB, AG dello strato obliquo; o pure, che insistendo la sfera superiore a perpendicolo sopra gli spazj (siano triangolari, o quadrangolari) la linea, che congiunge li centri delle sfere superiori, ed inferiori, sia obliqua al piano sottoposto: Io rigetto la prima maniera, abbenchè abbracciata dal Ciassi, e da Monsieur Varignon, perchè io non so darmi ad intendere, per qual cagione le sfere del secondo strato non abbiano a posarsi nel luogo più basso, che dà loro un' appoggio più stabile di tre, o quattro sfere di base, più tosto che nel più alto, sul quale stanno in bilico, posando sopra un sol punto. Assumendo adunque, che le sfere del secondo piano superiore insistano agli spazj lasciati tra le sfere del primo; io osservo, che o si pongano nel piano orizzontale gli strati obliqui, o pure i retti, necessariamente dee succedere nella massa delle sfere il medesimo modo di combinazione; poichè nell' uno, e nell' altro caso ogni

sfera

sfera reſta circondata da dodici sfere, i contatti vicendevoli delle quali laſciano ſpazj, alcuni de' quali ſono triangolari, altri quadrangolari, cioè otto de' primi, e ſei de' ſecondi, come può ogn'uno oſſervare facendone la combinazione, e come ſi può anche facilmente dimoſtrare. Credo nulladimeno, che vi ſia qualche cagione, che determini gli ſtrati ad eſſere più toſto retti, che obbliqui, e perciò valerommi nelle ſeguenti dimoſtrazioni di tale ſuppoſto, col quale anche meglio, e più facilmente ſi arriva alle dimoſtrazioni.

Si conſideri dunque, che, poſto uno ſtrato retto, ogni sfera ſuperiore, inſiſtente ad ognuno degli ſpazj del piano inferiore, tocca quattro sfere, come la sfera ſoprappoſta allo ſpazio R tocca, e s'appoggia ſopra le quattro L, N, O, P,; e perchè ſono poſti intorno ad ogni sfera quattro ſpazj, perciò ogni sfera del piano inferiore, come N, ſarà toccata, e premuta da quattro delle ſuperiori, inſiſtenti agli ſpazj R, S, T, V. Ora o ſia la sfera R premente le quattro sfere predette, o pure la N premuta da altre quattro; connettendo con rette linee li centri della premente, e delle quattro premute, o pure quelli della premuta, e delle quattro prementi, formeranno queſte la metà d'un'ottaedro; poſciachè i centri delle quattro premute ſono diſpoſti negl'angoli d'un quadrato NP, il cui lato è LN doppio del ſemidiametro, e perciò eguale al diametro delle sfere: E ſimilmente le linee, che da N, L, vanno al centro della sfera ſoprappoſta allo ſpazio R paſſando per lo contatto di eſſe faranno un triangolo, del quale ognuno de' lati ſarà eguale al diametro d'una sfera, cioè al lato NL della baſe quadrata; ſarà adunque un triangolo equilatero, e la figura formata delle linee connettenti queſti centri, ſarà terminata da un quadrato, e da quattro triangoli equilateri; e perciò ſarà un mezzo ottaedro. Nella ſteſſa maniera ſi dimoſtrerà, che le linee, le quali congiungono i centri della sfera N premuta, con quelli delle quattro prementi, faranno un mezzo ottaedro eguale di lato al predetto, tra' quali non ſarà altra differenza, che di ſito, eſſendo in un caſo la baſe NP nel piano inferiore, ed il vertice nel ſuperiore, e nell'altro caſo la baſe TR nel piano ſuperiore, ed il vertice N nell' inferiore; Poſto ciò, ſi vede ben chiaro, che tutte le sfere inſiſtenti agli ſpazj del piano inferiore formeranno un ſecondo piano di sfere parallele al primo, le quali vicendevolmente ſi toccheranno; e che li predetti ottaedri rivoltati colle cime, l'una contro l'altra, riempiranno lo ſpazio, laſciando tra di ſe interſtizj tetraedrici, come è ſtato dimoſtrato da Noi nelle *Rifleſſioni filoſofiche*. Eſſendo adunque, che nel mezzo ottaedro, l' aſſe, cioè la linea tirata dal vertice al centro della baſe, cada ad angoli retti ſul piano di eſſa: quindi è, che la linea perpendicolare verſo il centro

de'

de' gravi, tirata dal vertice della piramide premente, passerà per lo punto R centro del quadrato NP, e dello spazio R; e similmente la linea tirata dal vertice N al centro del quadrato TR, che si dee intendere nello strato superiore, sarà verticale. E perchè l'asse dell'ottaedro fa col lato di esso un'angolo semiretto, quindi è, che la direzione, colla quale la sfera insistente a R, spingerà le sfere sottoposte N, L, P, O, sarà semiretta. Ciò premesso venghiamo alle proposizioni.

PROPOSIZIONE I.

SE sarà uno strato retto di Sfere, e sopra di uno de' di lui interstizj sarà situata un' altra Sfera; premerà questa le quattro sottoposte egualmente, sì per la linea perpendicolare, che per l' orizzontale.

Sia sopra l' interstizio R posta una Sfera *Fig.* 1. *Tav.* 6., la quale, come si è detto, poserà sopra le quattro L, N, O, P: dico, che questa premerà la sfera N, colla forza perpendicolare eguale a quella, colla quale la medesima sfera superiore spingerà orizzontalmente la sfera stessa N. Posciachè intendasi, che la sfera superiore sia Y (*Fig.* 2. *Tav. VI.*), quale prema la N con una qualsisia forza, che noi esprimeremo colla linea YN, e da Y si tiri verso il centro de' gravi la perpendicolare YR, e per N l'orizzontale NR; è dimostrato dalla scienza meccanica, che la forza obliqua YN operi spingendo la sfera N, per la direzione YN, con due forze una perpendicolare, l'altra orizzontale, e che queste hanno alla forza YN la medesima proporzione, che hanno le linee YR, RN alla YN; ma YR è eguale ad RN, essendo l'angolo RYN semiretto, e l'angolo YRN retto; adunque la forza, colla quale la sfera Y spinge perpendicolarmente la sfera N, è eguale alla forza, colla quale la sfera N è spinta da Y otizzontalmente. Il che &c.

Corollario I. Di quì ne siegue, che *la forza esercitata dalla Sfera Y, per la direzione YN, sta alla forza perpendicolare, o orizzontale*, come YN ad NR, cioè *come il lato dell' ottaedro NO, al semidiametro R N del quadrato NP*.

Coroll. II. Nella stessa maniera si dimostrerà, che *le Sfere soprapposte agli spazj S, T, V, premeranno ognuna tanto perpendicolarmente, che orizzontalmente la medesima Sfera N, colla stessa proporzione*; Ed essendochè *ognuna di esse spinge obliquamente con egual forza, stante l' egualità degli angoli delle loro direzioni colla linea verticale*, ne siegue, che ancora *le forze così perpendicolari, che orizzontali saranno eguali*, e perciò la sfera N, sarà spinta perpendicolarmente verso il centro de' gravi da quattro forze, ognuna delle quali sarà eguale al semidiametro del quadrato TR; e conseguentemente *la forza, colla quale la Sfera N è spinta all' ingiù perpendicolarmente dalle quattro Sfere soprapposte, sarà quadru-*

drupla del semidiametro del medesimo quadrato, e dupla del diametro; e questa sarà anche la misura della forza totale, o momento libero d' una delle sfere.

Coroll. III. Spingendo adunque le due sfere R, S, secondo le direzioni RN, SN la sfera N, contro gli spazj T, V, con due forze orizzontali RN, SN, fra loro eguali, ed inclinate insieme ad angolo retto; se si tirerà per S la linea SO, parallela ad NR, e per R, la linea RO, parallela ad NS, si uniranno queste nel centro della sfera O; onde tirata ON, sarà questa la misura della forza, colla quale le due sfere R, S, spingono la sfera N, per la direzione ONE, contro la sfera E, come è dimostrato da' Meccanici; e perchè ON è il lato del quadrato, il quale è anche misura della forza obliqua, ne nasce, che *la forza colla quale la sfera N, è spinta orizzontalmente contro una delle quattro sfere, che la toccano nello stesso strato, sia eguale alla forza obliqua di una delle quattro sfere soprapposte*. Nell' istesso modo si dimostrerà, che le quattro sfere L, O, B, E, sono spinte ognuna contro la sfera N, con forza eguale alla forza obliqua. Ciò si può anche provare supponendo, che gli spazj T, S, V, R, restino senza sfera, che la sfera O sia spinta per ON dalle sfere degl' interstizj M, I, e che la sfera L, sia spinta contro N, dalle sfere insistenti agl' interstizj H, 4 &c. le quali forze delle sfere O, L, saranno equilibrate da quelle, che, poste le sfere in S, R, V, T, comporrebbero le S, R, contro O, e le V, R, contro L, &c. e perciò le due R, S, spingeranno N, per ON, e le due R, V, spingeranno N, per LN, &c. Sarà dunque *la sfera N*, spinta orizzontalmente con direzioni contrarie da forze eguali, e conseguentemente *starà immobile* pareggiandosi nel di lei centro le forze prementi.

Coroll. IV. Posto adunque, che la sfera N, sia spinta per le direzioni ON, LN, con forze eguali ad ON, LN; ne siegue, che tirata per O la linea OP, parallela ad NL, e per la L la linea LP, parallela ad NO, concorreranno queste nel centro P; e PN, sarà *la forza, colla quale le due sfere O, L, spingeranno la sfera N, contro lo spazio T*; sarà perciò *questa forza* eguale a TR diametro del quadrato TR, e per conseguenza *sarà la metà della forza totale, o libera di una delle sfere*.

PROPOSIZIONE II.

Se sarà uno strato di Sfere, e sopra uno de' di lui interstizj sia posta una sfera premente quattro di esse, le quali siano spinte orizzontalmente da quelle, che sono insistenti agli altri spazj con una forza eguale al diametro del quadrato, che è base del semiottaedro; sarà da queste forze unite soste-

sostenuta la pressione perpendicolare d' una Sfera, ed ognuna la spingerà obliquamente all' insù, secondo la direzione dell' angolo semiretto, con una forza, che valerà il lato del medesimo quadrato.

Sia allo spazio R insistente una sfera, la quale spinga obliquamente le quattro sfere L, N, O, P, le quali all' incontro siano spinte verso R, (*Fig.* 1. *Tav. VI.*) con forze eguali a PN, LO, NP, OL, secondo quello, che si è dimostrato al Corollario IV. della Proposizione antecedente; dico, che queste forze unite, saranno bastanti a sostenere il peso totale della sfera R, e che ognuna di esse spingerà all' insù obliquamente ad angolo semiretto la sfera R, con forza eguale al lato del quadrato NO. Posciachè supposto (*Fig.* 2. *Tav. VI.*), che NP sia la forza, colla quale la sfera N opera orizzontalmente contro lo spazio R, egli è da notarsi, che questa forza dovendosi esercitare per NP, incontra la resistenza delle due sfere Y, &, la prima superiore, la seconda inferiore alla sfera N, e perciò la forza NP, si dividerà nelle due sfere Y, &, spingendole per le direzioni NY, N&, egualmente inclinate alla linea NP; cioè, come si è dimostrato, ad angolo di gr. 45. Condotta dunque per P la linea PY, parallela ad N&, e per lo stesso punto P la linea P&, parallela a YN, sarà la forza di N, esercitata per l' orizzontale, alla forza di N, esercitata per le inclinate, come NP, a YN, ed essendo NP, diametro del quadrato, sarà YN il di lui lato; e perciò la forza, colla quale la sfera N, spinta orizzontalmente, spinge la sfera Y all' insù per la linea inclinata NY, sarà commensurata dal lato del quadrato, base del semiottaedro. Di più, perchè la direzione obliqua NY, si risolve nell' orizzontale NR, e nella verticale RY, sarà la forza, colla quale la sfera N, mediante la forza, e direzione NP, spinge insù verticalmente la sfera Y, commensurata dalla linea YR, e perchè questa è la metà del diametro del quadrato, e la forza totale d' una sfera equivale al doppio diametro del quadrato; ne siegue, che la forza, colla quale è spinta la sfera Y verticalmente da N, sia un quarto della forza totale d' una delle sfere; e perciò concorrendo a spingere in su la sfera Y, tre altre sfere, sarà l' azione di tutte unita, eguale alla forza d' una di esse, e conseguentemente tanto premerà al basso perpendicolarmente la sfera Y insistente allo spazio R (*Fig.* 1. *e* 2. *Tav. VI.*), quanto le quattro L, P, O, N, che circondano lo spazio medesimo, spingeranno la medesima all' insù verticalmente; e tanto la sfera Y spingerà al basso obliquamente una delle sfere, v. g. L, quanto la medesima spingerà Y, colla medesima obliquità all' insù. Il che &c.

Corollario I. Intendendo adunque, che attorno della sfera N, dalla parte inferiore degli spazj T, S, R, V, sottentrino *quattro sfere*, que-

queste *spingeranno la sfera N all' insù con tanta forza, quanta è quella, colla quale la sfera N spinge le medesime all' ingiù.*

Corollario II. Essendo adunque, che le sfere sottoposte spingano obliquamente all' insù la sfera N, con una forza eguale al lato del quadrato, v. g. VR, ed essendo la medesima sfera N spinta dalle quattro sfere orizzontali colla forza medesima, e similmente dalle quattro insistenti agli spazj, T, S, R, V, ne siegue, che *tutte le dodici sfere, che circondano la sfera N, la spingano con direzioni centrali eguali fra loro.*

Corollario III. E perchè ogni sfera di qualsisia strato sottoposta allo strato superiore, può concepirsi, e come una delle circondanti alcuna delle sfere, che la toccano, e come circondata da dodici altre; ne siegue, che *ogni sfera spinga, e sia spinta da tutte le parti egualmente*; e perciò *sia constituita in un perfetto equilibrio.*

Corollario IV. E perchè, come si è dimostrato al Coroll. IV. della Prop. antecedente, la pressione orizzontale sostenuta da una sfera per la forza delle soprapposte, è eguale alla metà della forza totale, e nell' istessa maniera può dimostrarsi, che la forza orizzontale, colla quale è spinta la medesima sfera dalle sottoposte, è eguale alla metà della medesima forza totale; *sarà tutta la forza, colla quale è spinta una sfera orizzontalmente, eguale alla forza totale.*

Corollario V. Ogni sfera dunque *circondata da dodici sfere sarà spinta perpendicolarmente, verticalmente, ed orizzontalmente con una forza, che equivale al peso d' una sfera, o di se medesima.*

PROPOSIZIONE III.

Le forze, colle quali sono spinte due sfere esistenti in diversi strati sottoposti al primo superiore, sono proporzionali al numero degli strati soprapposti.

Noi abbiamo dimostrato al Coroll. II. della Prop. prima, che la sfera N, è spinta in giù perpendicolarmente da ognuna delle sfere T, S, R, V, (*Fig.* 1. *Tav. VI.*) con una forza, che è la quarta parte della forza totale, o libera d' una di esse; adunque la sfera N, così sarà spinta al basso, come se sopra di essa posasse a perpendicolo un' altra sfera, e così tutte l' altre; e perchè la sfera N è eguale di peso a quella, che si figura posare sopra di essa; premerà dunque essa le sfere del terzo strato con forza duplicata di quella, colla quale essa è premuta, e così tutte le altre; sarà dunque lo stesso, o che si considerino le sfere del terzo strato, come premute da quelle del secondo, e del primo; o pure come premute solo da quelle del secondo, e col supposto, che le sfere del secondo siano di materia il doppio più grave, e così successivamente; e perchè la moltiplicazione della gravità si dee fare secondo la proporzione del numero degli Strati soprapposti,

sti, o che è lo stesso, della distanza dello Strato inferiore dal primo, o sia dell'altezza, perciò le pressioni patite dalle sfere de' piani sottoposti staranno fra di loro in proporzione de' numeri de' medesimi, essendo le pressioni proporzionali alla gravità de' pesi prementi. Ma perchè le sfere, che ne circondano un'altra, sono situate in tre strati, si dee dimostrare, che le sfere del secondo, e terzo strato non spingono la sfera di mezzo, che colla forza del primo. Sia la sfera Y, (*Fig.* 2. *Tav. VI.*) situata in qualsisia degli strati inferiori (supponiamo nel 4.) dovrà ella perciò intendersi come di peso quadruplicato; lo stesso si dovrà intendere di tutte le altre sfere dello strato, nel quale si trova Y; ma perchè alla spinta esercitata per l'orizzontale del centro di Y, non aggiunge, nè leva cosa alcuna, la gravità della sfera Y; opererà solo il peso triplicato, cioè quello di tre sfere, o de' tre strati superiori. Dovrassi bene considerare la sfera N, premuta dalle sfere de' quattro piani superiori, come quadruplicata di peso, e con tal forza, a proporzione, ella agirà nella direzione orizzontale NP; ma perchè la spinta, che fa contro la sfera Y del piano superiore per la direzione NY, trova il peso particolare di Y eguale al peso particolare di N, nella medesima direzione NY; perciò il peso proprio di Y, detrarrà dalla forza di N il peso proprio di N, o di una sfera mossa per la direzione NY, e perciò la sfera N, spingerà la Y contro quelle degli strati soprapposti, con forza eguale a quella, con la quale le sfere superiori premono obliquamente la sfera Y; essendosi adunque dimostrato, che le pressioni superiori sono proporzionali al numero degli strati soprapposti alla sfera Y, nella medesima ragione saranno anche le pressioni verticali, ed oblique all'insù; e conseguentemente le sfere poste in diversi strati patiranno per ogni verso le pressioni, che saranno proporzionali al numero degli strati soprapposti. Il che &c.

Corollario. Perchè adunque ogni sfera è spinta in ogni parte omologamente con pressioni eguali, e queste sono proporzionali alle altezze degli strati; ne siegue, che per trovare la forza, colla quale una sfera è premuta, o spinta, non occorre considerare, che la sola altezza, e perciò *qualunque sia l'ampiezza degli strati, abbenchè infinita, non si muteranno le pressioni sostenute da ciascheduna delle sfere.*

Fin quì abbiamo supposti gli strati, come indefiniti in ampiezza, o piuttosto, come superficie sferiche descritte attorno il centro de' gravi, come quelle, nelle quali non vi è bisogno di alcun resistente per impedire, come era d'uopo, lo scostamento delle sfere degli strati sottoposti a cagione della pressione delle sfere superiori; ma da quì avanti supporremo gli strati circonscritti da' suoi termini.

PROPOSIZIONE IV.

Se sarà uno Strato di Sfere, all' estremo del quale non si trovi alcun resistente, che possa impedire il moto orizzontale di esse, e se sarà soprapposta ad uno degli spazj una Sfera, spingerà ella le altre, e scostandole, farassi luogo nel piano, o strato medesimo, nel quale discenderà.

Sia lo strato di sfere contenuto dalle linee AD, AX, X&, &D, (*Fig.* 1. *Tav. VI.*) e sopra lo spazio R s' intenda esservi una sfera insistente: dico, che questa discenderà, e farassi luogo fra le sfere N, O, L, P. Posciachè, essendo dalla sfera R spinte immediatamente le sfere predette con una direzione orizzontale, e con una forza eguale alla linea RO; sarà spinta la sfera O, da R verso O: e perchè la sfera O spinge le due F, C, per le direzioni OC, OF; per queste medesime linee saranno spinte le sfere C, F, e per la medesima tutte le altre esistenti nelle linee OF, OC. Per la stessa ragione sarà spinta la sfera N, per RN, e le sfere B, E, per le linee NB, NE, &c. Lo stesso si dimostrerà delle sfere L, P, le quali saranno spinte per le linee RL, RP, e le loro contermine per le linee LY, PZ; e perchè queste sfere non hanno impedimento veruno, il quale nè meno può nascere dal piano inferiore, che si suppone orizzontale; però le sfere N, L, P, O, obbediranno alla pressione della sfera R, e si allontaneranno l' una dall' altra sin tanto, che sia fatto luogo alla sfera R, nel piano predetto. Il che &c.

Corollario I. Egli è dunque impossibile, che una sfera sia sostenuta sopra di quattro altre, ogni volta, che le sottoposte abbiano potere di scorrere per lo piano orizzontale, nel quale sono situate, e perciò *un mucchio di sfere affetterà sempre di avere la superficie disposta in uno strato, o sia piano orizzontale, o più propriamente in una superficie sferica, il cui centro sia quello de' gravi*.

Corollario II. Ma se *le sfere sottoposte saranno impedite mediatamente, o immediatamente dallo scorrere, potranno esse sostenere una, o più sfere soprapposte, e gl' impedimenti sopporteranno dalle sfere contigue la pressione, che loro è fatta da una, o più sfere insistenti allo strato inferiore.*

Corollario III. E perchè le pressioni patite dalle sfere inferiori sono proporzionali all' altezze degli strati superiori; quindi è, che *le spinte fatte dalle sfere contigue alle resistenze contro di queste, saranno proporzionali anch' esse alle altezze degli strati soprapposti*; ond' è, che supposto, che tali sfere disposte in più strati siano situate dentro di un vaso, saranno *le diverse pressioni fatte da dette sfere contro le sponde del vaso, come le altezze degli strati superiori*.

E' però da avvertire, che dovendosi riempire un vaso di sfere, sarà

farà quasi impossibile, che esse siano per appunto tante, quante bastano a compire il numero degli strati, che quello può contenere; e perciò sopra gli strati compiti potrà stare qualche numero di esse situate quà, e là sopra gl' interstizj dello strato superiore; ma queste, trattandosi di sfere minime, e, per così dire, di punti fisici, non vanno considerate, non alterando in concreto alcuna delle proposizioni dimostrate. E' anche da notarsi, che *una sfera sola soprapposta all' interstizio d' uno strato, non urta tutte le sfere di esso di moto orizzontale, nè gli urti ricevono egual pressione*; onde perchè si verifichi l' asserito in questo Corollario, è necessario, che ve ne siano tante, quante bastano a spingere tutte le sfere del piano sottoposto nella maniera detta alli Coroll. III. e IV. della prima Proposizione.

PROPOSIZIONE V.

Se in un vaso, le cui sponde siano oblique all' orizzonte, ed inclinate all' indentro, siano diversi strati di sfere, che lo riempiano; tutte le sfere degli strati inferiori sopporteranno le medesime pressioni, che patirebbero, se il vaso avesse le sponde perpendicolari all' orizzonte. (Fig. 3. Tav. VI.)

Per dimostrare questa Proposizione si dèe avvertire quello, che abbiamo detto di sopra al Corollario della Proposizione III., cioè, che per trovare la pressione, che patisce una sfera, non occorre far capitale alcuno dell' ampiezza degli strati, ma solo del loro numero, o altezza; e perciò (qualunque sia la figura del Vaso ACDE HILB, e quantunque picciola l' apertura della di lui bocca AB) saranno dalle sfere dello strato AB spinte al basso perpendicolarmente per NM le sfere, che si troveranno in essa linea; e perchè, mediante questa pressione, la sfera M è spinta orizzontalmente per la linea MO colla forza medesima, colla quale è spinta perpendicolarmente, come si è dedotto al Coroll. IV. della Prop. II., spingerà ella le sfere esistenti nella linea MO, colla forza medesima, non potendosi perdere, nè accrescere la spinta fatta per l' orizzontale MO; adunque la sfera O, sarà spinta mediante la pressione NM, come se sopra di essa fossero delle sfere situate nell' altezza PO; e perchè la sponda DE resiste all' alzamento della sfera O nella stessa maniera, che farebbe l' altezza delle sfere PO; eserciterà la sfera O le medesime pressioni, che avrebbe, se sopra di essa fossero le sfere P, O, e perciò potrà spingere all' ingiù, v. g. per OR, colla forza della pressione NM, ovvero PO, ma spingendo per OR, colla forza predetta, la pressione anderà aumentandosi secondo il numero degli strati, cioè secondo l' altezza della perpendicolare OS; adunque la pressione fatta in R, ed S sarà eguale alla pressione fatta dalle altezze NM, OS, oppu-

 re

re dall' altezza PS, che è la medesima, che l' altezza delle sfere nel Vaso. Lo stesso si può dimostrare rispetto a tutte le altre sfere situate sul fondo orizzontale HI. Il che &c.

Si potrebbe dimostrare questa Proposizione col progresso delle dimostrazioni superiori, mediante la comunicazione delle pressioni, valendosi della figura settima; ma perchè ciò sarà facile a chi avrà inteso le precedenti; e perchè la dimostrazione addotta non manca della sua forza; non ci tratterremo più sopra di essa.

Corollario I. Supposto, che nel Vaso predetto sia tra le linee constituenti la sponda, *il lato FE orizzontale*, facilmente si dimostrerà nella stessa maniera, *ch' esso patirà le pressioni verticali in proporzione della perpendicolare PT*; poscìachè essendosi dimostrato, che la sfera T è premuta dalle altezze NM, OT in quel modo, che sarebbe dall' altezza PT; spingerà ella orizzontalmente per TF, che si suppone nel secondo strato di sfere di sotto la linea EF; adunque quattro delle inferiori concorreranno a spingere all' insù contro il piano FE una delle superiori contigue al piano, e con tanta forza, quanta può fare l' altezza PT; adunque tutte le sfere, che toccheranno la sponda orizzontale FE la spingeranno all' insù in ragione di detta altezza; come si raccoglie dal Coroll. I. della Prop. II.

Corollario II. E perciò, *se saranno due Vasi AF, DG comunicanti* insieme mediante la parte, o tubo GF (*Fig. 4. Tav. VI.*), l' uno, e l' altro ripieni di quegli strati di sfere, di che sono capaci, *e se il numero, e l' altezza degli strati del vaso maggiore AF sarà eguale al numero, o all' altezza degli strati del vaso minore DG*, tanta sarà la pressione sostenuta dalle sfere esistenti nel tubo di comunicazione GF, dagli strati del vaso DG, quanta è quella, che ricevono dagli strati del vaso AF; e perciò tanto potranno resistere colla prima alla discesa delle sfere del vaso AF, quanto colla seconda alla discesa delle sfere del vaso DG, e conseguentemente *saranno le sfere del vaso DG in equilibrio colle sfere del vaso AF.*

Corollario III. Ma *se le altezze degli strati nell' uno, e nell' altro caso fossero diseguali* (ponghiamo la maggiore nel vaso DG) allora la pressione, che sopporterebbero le sfere poste in GF sarebbe maggiore da G verso F, che da F verso G; dunque *le sfere GF sarebbero spinte da G verso F, ed entrerebbero nel vaso AF*, spingendo all' insù gli strati esistenti in esso, e deprimendosi gli strati nell' altro vaso DG; e perchè all' accrescersi il numero degli strati s' accresce la forza della pressione, e diminuendosi gli strati, si diminuisce la pressione; anderebbe scemandosi la forza della pressione da G verso F, ed accrescendosi la resistenza da F verso G, sino a rendersi eguali; e perchè allo-

ra

ra solo ciò succederebbe, quando il numero degli strati nell' uno, e nell' altro vaso si fosse reso eguale; quindi è, che *tanto continuerebbero a passare le sfere da un vaso nell' altro, quanto stasse a farsi eguale il numero de' piani, o delle altezze, ed allora si fermerebbero in equilibrio*.

Corollario IV. Lo stesso succederebbe, se uno de' vasi comunicanti fosse inclinato all' orizzonte, come NM; perchè essendosi dimostrato, che le sfere in C, M, sono così premute, come se avessero sopra di se l' altezza degli strati DC, DM; ne siegue, che trovandosi egual numero di strati, sì in NM, che in DG, ed AF, s' equilibreranno egualmente con quelle, che sono in DG, o in AF.

Corollario V. Essendosi dunque dimostrato, che le sfere, che toccano il fondo orizzontale di un vaso irregolare lo premono ognuna in ragione dell' altezza degli strati, qualunque sia la figura del vaso; ne siegue, che *il fondo* predetto, v. g. *HI* (*Fig. 3. Tav. VI.*) *sarà così caricato, come se sopra di esso vi fossero tanti strati eguali, quanti ponno concorrere a formare l' altezza*, cioè come se il vaso avesse la figura di un prisma retto di eguale altezza a quella del vaso irregolare, e su la medesima base.

Corollario VI. Lo stesso succederebbe (*Fig. 5. Tav. VI.*), *se il vaso avesse il fondo stretto, e nell' avanzarsi all' alto s' allargasse*, come ABCD; posciachè tirata la linea CE verticale, tanto sarebbe premuta la sfera C, quanto portasse l' altezza EC, ed il simile si dica delle altre sfere fino a B; dunque il fondo BC sopporterebbe la pressione delle sfere, che lo toccassero ognuna a misura delle altezze, e perciò *il fondo sosterrebbe tanto peso, quanto può essere contenuto da un prisma, la cui base fosse il fondo BC, e l' altezza BF*.

Da tutte le Proposizioni sin' ora addotte, e da altre, che potrebbero aggiungersi per dimostrare co' principj fisici, e colla scorta della Meccanica tutte le proposizioni dell' Idrostatica, può bene vedere ognuno, che abbia qualche pratica della natura de' corpi fluidi, che tutto ciò, che si è detto d' una delle sfere, che compongono uno strato, s' adatta precisamente ad ogni punto fisico, o gocciola di un fluido; poichè d' ognuno d' essi è certo, e ricevuto come principio dagli Idrostatici. (1) Che non pesano, che secondo le altezze. (2) Che le loro impressioni ricevute dal peso delle parti superiori si esercitano per ogni verso, come in una sfera. (3) Che queste impressioni sono eguali in qualsisia direzione. (4) Che sono proporzionali alle altezze medesime. (5) Che le superficie loro più alte si dispongono in un piano orizzontale, o in una superficie sferica circa il centro de' gravi. (6) Che ne' vasi comunicanti formasi l' equilibrio per la sola altezza del fluido, e perciò poca quantità di un fluido può equilibrarsi con qualsisia

quantità d' un fluido omogeneo a se medesimo, purchè, le altezze siano eguali. (7) Che il peso col quale un fluido carica il fondo d' un vaso (di qualunque figura egli sia) è eguale a quello di un prisma retto di esso, di base eguale al fondo, e della medesima altezza &c. affezioni tutte, che s' osservano ne' fluidi, e si sono dimostrate dover succedere ne' cumuli delle sfere. E perciò (se può dedursi alcuna cosa dalla coerenza d' una Ipotesi col fatto) bisogna asserire, che la constituzione de' Corpi fluidi da noi supposta, o sia affatto conforme al vero, o ne abbia almeno tutta quella apparenza, che può desiderarsi nelle cose della Natura; onde crediamo di potere continuare senza scrupolo a valerci de' medesimi principj, per dimostrare una proposizione, che è il fondamento di quasi tutta la scienza del moto dell' Acque, e della misura del corso delle medesime.

Noi abbiamo detto, annoverando poco di sopra le affezioni più principali de' fluidi quiescenti, al numero 4., che le pressioni, o sostenute dalle parti di un fluido, o esercitate dal medesimo contro le sponde di un vaso resistente, sono fra loro in proporzione delle altezze di esso sopra le parti premute, la quale proposizione è stata riscontrata per vera ultimamente, anche medianti più esperimenti fatti dal Sig. Dottore Geminiano Rondelli Professore Mattematico, nell' Accademia Esperimentale, che fanno l' onore di adunare in mia Casa alcuni de' più qualificati Professori di questa Celebre Università, delle fatiche de' quali spero, che a suo tempo debba vederne il Mondo Letterato preziosi frutti in avanzamento della Fisica, della Medicina, e delle Mattematiche. Detta Proposizione ha fatto credere a molti abilissimi Mattematici, che anco le velocità, che hanno le Acque nell'uscire da' fori, o dalle fistole aperte nelle sponde de' vasi dovessero avere la medesima proporzione delle altezze; asserzione che non è conforme all' esperienze fatte, e riferite dal Torricelli, dal Marsenno, dal Baliano, e da altri, e che io per accertarmene ho voluto replicare, nella maniera, che ho distintamente riferita nel Lib. II. *della Misura dell' Acque correnti*, dalle quali costantemente apparisce, che dette velocità non sono come le altezze; ma bensì in proporzione dimidiata delle medesime.

Per far vedere dunque, che la prima Proposizione non ha relazione colla seconda, si osservi, che la causa, per la quale i gravi premono un piano sottoposto, è bensì la loro gravità, e la stessa è cagione, che i medesimi, levato che sia loro il sostegno, discendono verso il centro; ma d' altra maniera si dee discorrere de' conati, che il grave esercita contro le resistenze, e de' gradi di velocità, per li quali egli passa nel discendere. Egli è ben vero, che un corpo di doppio peso tenta con doppia forza di superare le resistenze, e perciò premerà

al

al doppio una tavola sottoposta, di modo, che si può con verità asserire, che tali conati, sforzi, o pressioni sono in proporzione de' pesi; ma non perciò si deduce bene, che un corpo doppio di peso debba discendere con doppia velocità verso il centro de' gravi, essendo certissimo, che prescindendo dalle resistenze, tutti i gravi discendono da altezza uguale in tempi uguali, come ha dimostrato il Galileo *ne' Dialoghi*. Quindi è, che il diverso peso de' corpi non produce differenti velocità; e perciò il diverso peso del fluido può bene introdurre diversa pressione, ma non diversa velocità. Che se alcuno volesse porre in campo la differenza, ch'è tra' corpi fluidi, e solidi; oltre ciò, che abbiamo detto nelle nostre *Epistole Idrostatiche*, potrebbe convincersi coll' esperimento seguente, che meglio d'ogni altro s'applica alla presente materia. Sia il vaso ABCD (*Fig. 6. Tav. VI.*), il quale abbia nel fondo il foro D, e serratolo col dito, si riempia il vaso di Mercurio fino all' orizzontale AB; dipoi aperto il foro D, si misuri, mediante un pendolo, il tempo, che spende il Mercurio nell' uscire tutto dal vaso. Empiasi poi il medesimo vaso di Acqua fino alla misura predetta, e parimente si lasci votare, osservando il tempo: e si troverà, che nell' uno, e nell' altro caso, i tempi del votarsi saranno sensibilmente eguali; ed io posso asserire di propria sperienza, che in poco più di cento vibrazioni di un pendolo ben corto, col quale misurai l' uscita, prima del Mercurio, indi dell' Acqua, non trovai altra differenza, che d' una, o due vibrazioni, più nell' uscita dell' Acqua, che del Mercurio (*a*). Se dunque il maggior peso ne' fluidi prementi cagionasse, siccome maggior pressione, così maggiore velocità nel moto, sarebbe stato necessario, che il Mercurio, il quale è circa tredici volte, e mezza più grave in ispecie dell' Acqua, fosse uscito con velocità 13. volte in circa maggiore di quella dell' Acqua; e pure è stata la medesima, rispetto tanto all' uno, che all' altra: ed in ciò non può ricorrersi agli sfregamenti, che patisce il fluido nell' uscire dal foro D; perchè, oltre che questi sono i medesimi nell' uno, e nell' altro caso, non ponno essi detrarre tanto dalla velocità del Mercurio. E perciò producendosi

P 4 le

(*a*) Quì è da notare, che volendosi sostenere, come molti lo sostengono, che la velocità de' fluidi, che escono da' vasi dipendesse dalla pressione di quella colonna di fluido, che stà sopra il foro, si potrebbe nulladimeno spiegare l' esperienza quì addotta, considerando, che a proporzione della pressione si debba variare non già la velocità, ma la quantità del moto del fluido, che esce in un dato tempo; attesochè il moto appunto, e non già la sola velocità di esso, è quell' effetto adeguato, che in questa sentenza si vuol riconoscere dalla pressione.

Onde stà bene, che la velocità del Mercurio sia stata trovata nell' Esperimento la medesima, che quella dell' acqua, perchè così una pressione 13. volte maggiore viene ad avere spinto fuori del vaso un peso 13. volte maggiore di quello dell' acqua, che nello stesso tempo era spinto fuori dalla pressione dell' acqua. Veggasi intorno a ciò quello, che si dirà nell' annotazione quarta di questo capo.

le medesime velocità, non ostante, che i pesi, e per conseguenza le pressioni, siano tanto differenti, egli è evidente, che i fluidi posti in moto, hanno le loro velocità regolate da altro principio; e che però di esse si dee in altra maniera discorrere, come apparirà dalla seguente dimostrazione.

PROPOSIZIONE VI.

Se un vaso sarà pieno di sfere, e nel fondo di esso sia un foro, per lo quale possano uscire con libertà alcune di esse sfere, e che il sito lasciato dalle sfere, che escono, venga riempiuto da altrettante, aggiunte nel tempo medesimo al di sopra, dimodochè il vaso resti sempre pieno; usciranno esse dopo qualche tempo, colla stessa velocità, come se fossero discese da tanta altezza, quanta è la distanza dello strato superiore dal foro. (Fig. 7. Tav. VI.)

(*a*) Siano nel vaso ABCD situate le sfere G, H, I, M, X, N, &c. e s' intenda nel fondo BC, aperto il foro EF, il quale subito che sarà aperto, egli è certo, che la sfera G, trovandosi senza sostegno, discenderà perpendicolarmente verso il centro, come farebbe, se ella fosse cinque volte più grave del suo peso naturale, il che, come si è det-

(*a*) Quasi tutti gli Autori, che hanno scritto di questa materia convengono, che i fluidi i quali escono da' fori aperti ne' fondi de' vasi, entro i quali si contengono, abbiano al loro uscire quel medesimo grado di velocità, che essi avrebbono acquistato cadendo liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all' altezza, che ha la superficie del fluido sopra il piano del foro; e tale velocità comunemente si reputa la medesima, che acquisterebbe un corpo solido nel cadere dalla quiete da pari altezza.

Alcuni di loro si sono in oltre avvisati di darne qualche dimostrazione *a priori*, e questi sono proceduti per due strade diverse; imperocchè altri di essi (come quì il nostro Autore, e il Cavalier Neuton nella prop. 36. del libro secondo de' principj della Filosofia, secondo le ultime edizioni) vogliono, che l' acqua, la quale esce dal foro, intanto abbia quel tal grado di velocità, in quanto sia realmente caduta dalla superficie sino al foro, e cadutavi con moto accelerato per li medesimi gradi, che converrebbero ad un grave solido, formando nel suo cadere per mezzo l' acqua del vaso una figura a imbuto, che il Cavalier Neuton chiama *cateratta*, e che già era stata indicata dal Sig. Guglielmini nel lib. 4. prop. 6., e geometricamente determinata nel lib. 5. prop. 9. della misura delle acque correnti. In favore di tale Ipotesi porta quì il nostro Autore dopo il corollario 3. della presente proposizione l' osservazione del Mariotte, e d' altri, che le prime gocce d' acqua, che escono all' aprirsi del foro, abbiano velocità molto minore di quella, con cui si veggono sgorgare poscia dopo alcun poco di tempo, e che poi sempre mantengono, purchè la superficie dell' acqua stia sempre nel vaso alla medesima altezza; come se ad imprimere all' acqua tutta quella velocità, che la natura le può imprimere, fosse necessario, che quella della superficie fosse attualmente scesa sino al piano del foro. Ma in contrario pare, che faccia l' esperienza, la quale mostra, che tingendo di rosso, o d' altro colore la superficie dell' acqua, mentre questa va uscendo dal foro, non si osserva la tintura comunicarsi, se non lentissimamente, al getto dell' acqua, quasi che le parti di questa, che stanno a piombo sopra il foro o non si movessero punto, o assai meno di quello, che richiederebbe la velocità, con cui si vede sgorgar l' acqua dal foro,

E quan-

detto, non accresce le velocità; giunta dunque, che sarà, la sfera col suo centro G, nel punto L, avrà la velocità corrispondente alla caduta GL; e perchè cadendo la G, manca il sostegno alle sfere H, I; una di esse discenderà nel luogo di G; oppure vi sarà spinta la sfera M, mediante la pressione di N, che le è soprapposta, nel qual caso succederà lo stesso, che della sfera G; ma finalmente bisognerà, che levato il sostegno a qualche sfera dello strato immediatamente superiore, discenda anch' essa verso EF; e perciò, arrivata che sia col suo cen-

E quanto alla dimostrazione, che quì si adduce, che le sferette dello strato superiore debbano finalmente scendere fino al foro, quando ciò si conceda, non però ne siegue, che debbano scendervi in quel tempo sì brieve, quasi istantaneo, in cui l'esperienza mostra cominciar l'acqua, dopo aperto il foro, ad uscire con tutta quella celerità, che poi serba; nè eziandio dee seguirne, che le sfere scese dallo strato superiore fra tanti impedimenti delle altre sfere laterali, che fanno anch'esse forza per uscir fuori, acquistino cadendo tutta quella velocità, che concepirebbero, se fossero liberamente cadute.

Altri dunque, e fra essi il Sig. Giovanni Bernulli (negli Atti degli Eruditi del 1716.) e il Sig. Ermanno (nell' Appendice alla Foronomia num. 10.) stimando non doversi riconoscere la detta velocità come effetto di un attuale discesa, hanno pensato potersi spiegare per la sola pressione del fluido superiore al foro, riputando tal pressione atta a produrre appunto quel grado di velocità, che produrrebbe la discesa, o sia poi, che alla pressione concorra il solo peso della colonna perpendicolare del fluido, che ha il foro per base, o sia, che vi concorra eziandio (come altri credono, e noi più sotto ci ingegneremo di dimostrare) la forza delle parti laterali, che cospirino a metter' in moto il fluido, e a spremerlo, per così dire, fuori del vaso. Si può vedere intorno a ciò quello, che è stato scritto, e disputato fra' Signori Conte Riccato, Pietro Antonio Michelotti, Jacopo Jurin, Daniello Bernulli, ed altri celebri Filosofi.

Altri finalmente diffidando di tutte le dimostrazioni fondate sopra qualsivoglia ipotesi fisica intorno alla maniera, in cui opera la natura nel mettere in moto l'acqua, che esce da' vasi, hanno atteso ad accertarsi della velocità di essa per via di esperienze. Una di quelle, che si sogliono addurre è il risalire, che fanno i getti dell' acqua fino all' altezza di quella, che è nella conserva, onde esce il tubo, per cui si dirizza in alto il getto (salvo qualche piccol divario, che si attribuisce alla resistenza dell' aria, e ad altri impedimenti) da che inferiscono avere il getto all'uscire dal foro, per l'appunto quella velocità, che l'acqua averebbe acquistata cadendo da tanta altezza. Un'altro argomento si suol ricavare dall' ampiezza delle Parabole descritte dalle vene dell' acqua, che escono da' fori aperti nelle sponde de' vasi [giacchè non si dubita, che in questi la velocità non sia la medesima, che in quelli del fondo, supposta eguale l'altezza dell'acqua del vaso sopra il foro, il quale si vuol supporre in tal caso di diametro assai piccolo, e insensibile respettivamente alla altezza predetta] le quali ampiezze, secondo le osservazioni fattene dal Cavalier Neuton, dal Sig. di Gravesande, e da altri, si trovano tali, quali le richiede il moto accelerato dell'acqua, combinato con una velocità orizzontale eguale a quella, che l'acqua medesima avrebbe acquistata nel cadere dalla superficie fino al foro.

E' tuttavia da avvertire, che simili sperienze, per quanto a me sembra, ben ponno mostrare la corrispondenza, e l'analogia, che passa fra l'accelerazione dell'acqua, e quella de' corpi solidi, ma non ponno provare l'intento, se non si prende per supposto, che le parti dell'acqua nel cadere concepiscano que' tali gradi di velocità per l'appunto negli stessi tempi, ne' quali li concepiscono i solidi, il che sebbene è ragionevole a credere, non pare

centro in L, avrà la velocità competente alla caduta HO, e nell'istesso tempo si moverà verso EF qualche sfera del piano più alto PQ, discendendo, o per la perpendicolare RL, o per le inclinate QG, PG; e nell'uno, e nell'altro caso, arrivate ad L, avranno la velocità competente alla caduta RL; e così delle altre fino alla sfera S superiore, nel qual caso la velocità nell'arrivare ad EF, sarà quella della caduta SL; dunque la velocità, colla quale le sfere dopo qualche tempo usciranno dal foro EL, sarà quella, che averebbero, se dallo

strato

---

pare tuttavia affatto irragionevole il dubitarne, massimamente attesa la particolar maniera, con cui cadono i fluidi a differenza de' solidi, ritenendo questi sempre la loro figura, e quelli cangiandola con ristringersi, ed assottigliarsi, a misura, che si rendono più veloci, se pure non si ricorresse coll' Autore alle sferette, o ad altre parti minime del fluido col supporle solide, che è una mera ipotesi fisica, da cui sola non è ben sicuro ricavare alcuna conseguenza. Allora solo si uscirebbe da una tal dubbiezza quando gli esperimenti mostrassero, essere eguali i tempi delle cadute dell' acqua nelle vene paraboliche, o quelli del risalire di essa ne' getti rivolti in alto, a quelli delle cadute de' solidi per uno spazio eguale, del che stimo impossibile l'accertarsi con esattezza, attesa la durata quasi istantanea di questi moti anco nelle maggiori altezze, nelle quali se ne possa far da noi qualche prova.

Un'altra esperienza si era comunemente giudicata la più certa per misurare la velocità dell'acqua nel suo uscire da' vasi, e quindi paragonarla con quelle de' corpi solidi, e consiste nel raccorre, e misurare la quantità, che ne esce sotto una data altezza della sua superficie in un dato tempo per un foro di data misura. Imperocchè se intenderemo, che l'acqua, dopo di essere uscita dal foro, non fosse stata spinta abbasso dalla propria gravità, ma avesse tuttavia seguitato a scorrere orizzontalmente, ed equabilmente per tutto quel tempo, per cui si suppone essere stata raccolta, e però avesse in un tal movimento sempre serbato quel medesimo grado di velocità, che ebbe al primo uscire dal foro [il qual grado sempre è lo stesso per ogni goccia d'acqua, che esca, attesa la permanenza dell'acqua nel vaso all'istessa altezza, che si ottiene con andarvene perpetuamente aggiungendo altrettanta quanta ne esce] è manifesto, che tutta la mole d'acqua uscita dal vaso avrebbe formata una colonna, o prisma retto, la cui base sarebbe il foro, e la lunghezza mostrerebbe lo spazio corso dalla prima goccia nel detto tempo con quella velocità, con cui essa, e tutte le altre fossero uscite; onde per aver la misura della velocità, basta aver quella della detta lunghezza, e questa si avrà dividendo la mole dell'acqua raccolta per l'area del foro. Trovata poi tal lunghezza si saprà con una semplice regola di proporzione, quanta parte di essa si scorrerebbe colla detta velocità nel solo tempo, in cui un corpo solido caderebbe dalla quiete per tanta altezza, quanta ve ne ha nel vaso dalla superficie dell'acqua fino al piano del foro [il qual tempo si calcolerà su gli esperimenti delle cadute de' gravi già fatti dall' Ugenio, e da altri] e quest'ultimo spazio si potrà vedere se sia eguale a quello, che il corpo solido scorrerebbe equabilmente nel tempo calcolato colla velocità, che avrebbe acquistata cadendo dalla quiete dalla detta altezza (il quale spazio per li teoremi del Galileo è sempre doppio dell' altezza della stessa caduta) e trovandosi tale, si potrà conchiudere, essere la velocità dell' acqua eguale a quella del corpo solido.

Ora il fatto è, che essendo stata raccolta, e misurata la quantità d'acqua uscita da' vasi in diverse prove fattene da diversi celebri esperimentatori, e specialmente dal Mariotte, e dal nostro Autore [il quale le rapporta nell'altra sua Opera della misura delle acqne correnti lib. 2. prop. 1., e sul fondamento di esse calcola una tavola degli spazj, che l'acqua descriverebbe nel

ſtrato ſuperiore foſſero cadute ſino al luogo del foro. Che ſe s' intenderà, che in luogo di quelle, che vanno uſcendo dal foro EF, ne ſiano ſucceſſivamente ſomminiſtrate delle altre, dimodochè ſi mantenga ſempre lo ſtrato ſuperiore nell' orizzontale VS, continueranno le sfere ad uſcire colla velocità dovuta ad una caduta, che ſia eguale all' altezza di eſſe sfere. Il che &c.

Si può queſta verità dimoſtrare in altra maniera; Poichè diaſi, che nel primo tempo eſcano dal foro EF quante sfere ſi vogliano; ſarà dun-

---

be nel tempo d' un minuto con quelle velocità, che eſſa ha uſcendo da' vaſi ſotto varie altezze da un' oncia fino a 30 piedi] quando ſopra tali miſure ſi facevano i calcoli delle velocità dell' acqua col metodo finora eſpoſto, queſte riſultavano ſempre aſſai minori [cioè del doppio in circa] di quelle de' corpi ſolidi, come ſi può ſcorgere dagli eſempj, che ne dà il P. Abate Grandi nel ſuo Trattato del movimento delle acque allo Scolio della prop. 10. del lib. 2.; onde pareva, che l' eſperienza chiaramente decideſſe contro il teorema propoſto. I medeſimi calcoli ſi ponno ora facilitare coll' ingegnoſa regola data dal chiariſſimo Sig. Pitot, e dimoſtrata dal Sig. Fontenelle nel tomo del 1730. dell' Iſtoria dell' Accademia Reale delle ſcienze; cioè, che moltiplicando ſempre per 56. il numero de' piedi di Parigi, che ſi contengono nell' altezza della ſuperficie dell' acqua del vaſo ſopra il piano del foro, e dal prodotto eſtraendo la radice quadrata, ſi avrà il numero de' piedi pur di Parigi, che l' acqua dovrebbe ſcorrere in una ſeconda di tempo con quel grado di velocità, con cui eſce dal foro, ſe la detta velocità foſſe la ſteſſa, che quella de' corpi ſolidi caduti da eguale altezza.

Ma eſſendo poi ſtate di bel nuovo replicate da altri ſimili eſperienze, ſi ſono notate nel farle alcune particolarità non avvertite nè dal Mariotte, nè dal Guglielmini, le quali hanno dato luogo in parte a diffidare di queſto metodo, e in parte a correggerlo. Oſſervò il Cavalier Neuton [nella detta prop. 36. lib. 2.] nelle vene, o zampilli dell' acqua, che eſce per li fori de' vaſi, un notabile riſtrignimento, che ſi paleſa a pochiſſima diſtanza dal foro, o ſia queſto nel fondo, o nella ſponda del vaſo. La proporzione del diametro del foro a quello della vena riſtretta era come di 25. a 21., eſſendo il foro in una laſtra ſottile appoſta alla ſponda. Attribuiſce egli tale riſtrignimento alla forza delle parti laterali dell' acqua, che è intorno al foro, le quali concorrendo da ogni lato, e affollandoſi per uſcire da eſſo, vi ſi inſinuano obliquamente, e poſcia a qualche diſtanza riunendo le loro direzioni coſpirano con quella del getto, che ſgorga perpendicolarmente al piano del foro. Il Sig. Marcheſe Poleni ſi accertò anch' egli con altre ſperienze del detto riſtrignimento, ed oſſervò di più, la proporzione accennata de' diametri eſſer maggiore a miſura, che i fori ſono più piccoli; anzi eſſervi notabile varietà ſecondo le diverſe figure colle quali è ſcavato il foro entro la groſſezza della laſtra, quantunque ſottile, in cui egli è aperto, e tal contrazione appena renderſi manifeſta ove in vece d' una ſemplice laſtra forata ſi adatti alla ſponda del vaſo un tubo cilindrico, o pure un cono troncato ſituato orizzontalmente, e che nella parte più ſtretta abbia il diametro eguale a quello del foro della laſtra; cangiandoſi tuttavia anche quì le proporzioni ſecondo le diverſe lunghezze del tubo, ſiccome ſi cangiano eziandio le quantità d' acqua uſcite in un tempo eguale, e ſono aſſai più grandi adoperando de' tubi, che de' ſemplici fori. Veggaſi il racconto di queſte, e di molte altre belliſſime, e affatto nuove ſperienze nella ſua Opera *de Caſtellis*, &c. dove riferiſce eziandio altre particolarità da lui oſſervate, che tralaſcio.

Atteſo il detto riſtrignimento ſtimò il Cavalier Neuton doverſi nel calcolo delle velocità dell' acqua uſcita da' fori aver riguardo non già al diametro del foro, ma a quello della vena riſtretta, e così facen-

rà dunque neceſſario, che dal piano ſuperiore VS, ne diſcendano altrettante ad occupare il luogo, laſciato pure da quelle del ſecondo piano per ſottentrare nel terzo, e così ſucceſſivamente; adunque nel primo tempo la velocità ſarà la dovuta alla caduta da un piano in un' altro. Nel ſecondo tempo dunque, o diſcenderanno le medeſime dal ſecondo verſo il terzo piano, o no: ſe diſcenderanno, dunque nel ſecondo tempo anderanno accelerando il loro moto in ragione della caduta; ſe non diſcenderanno, percuoteranno le ſfere ſottopoſte del ſe-

condo

---

facendo, trovava ne' ſuoi eſperimenti le velocità dell' acqua riſpondere a quelle de'corpi ſolidi. Lo ſteſſo conchiuſe a un dipreſſo il Sig. Poleni dopo molti calcoli, confeſſando tuttavia rimaner ſempre quella dell'acqua un poco minore, come ſi può vedere nella ſua lettera al chiariſſimo Sig. Marinoni Mattematico Ceſareo, ove porta nuove ſperienze, e conſiderazioni ſopra tal materia, onde ſe così è, la propoſizione di cui trattiamo ſi può dire ſtabilita per eſperienza, almeno a un dipreſſo. Quindi ſi inferiſce, che le velocità aſſolute dell' acqua regiſtrate nella mentovata Tavola del noſtro Autore, ed eſpreſſe per gli ſpazj ſcorſi in un minuto, ſono tutte minori del giuſto, per non eſſerſi da lui tenuto conto nelle ſue eſperienze fondamentali della contrazione del getto dell' acqua.

Nella medeſima lettera il Sig. Poleni move dubbio, ſe le fila d'acqua, che coſtituiſcono un getto, ſiano in ogni caſo ſempre egualmente denſe, e riſtrette una coll'altra; mentre anco in que'caſi, ne' quali non è ſenſibile il riſtrignimento del getto, come quando ſi cava l' acqua per mezzo di tubi, ha oſſervato raccoglierſi in tempo eguale ora più, ora meno d'acqua ſecondo la diverſa lunghezza del tubo, che era ſempre del medeſimo diametro, eſſendo coſtante l'altezza dell'acqua nel vaſo; anzi era anco manifeſtamente eguale la velocità de' getti, pòichè queſti ſi vedevano deſcriver tu[illegible] la ſteſſa parabola. Merita nel vero queſto eſperimento di eſſere attentamente conſiderato, mentre par, che vada a ferire direttamente il metodo di argomentare la velocità dell'acqua dalla lunghezza delle colonne, che hanno per baſe il foro (o ſe ſi vuole la ſezione della vena riſtretta) e che ſono eguali alle moli d'acqua raccolte nell'eſperimento.

Stimerei tuttavia, che ſiccome le ſue ſperienze, e tutte le altre fin quì riferite furono fatte con tubi, o fori di aſſai piccol diametro, ne' quali la ſomma degli effetti irregolari, che ponno dipendere da' predetti moti obliqui, da' ſoffregamenti, dalle refleſſioni nelle ſponde, o negli orli, dall' adeſione delle parti dell' acqua, dal meſcolamento dell'aria, dalla reſiſtenza di queſta a' getti, e forſe da altre cagioni, può avere proporzione aſſai notabile alla forza dell' acqua, così ove gli eſperimenti ſi faceſſero con aperture maggiori, tali effetti ſi rendeſſero aſſai meno ſenſibili, e ſvaniſſe ogni ſcrupolo intorno a queſto metodo di miſurare la velocità dell' acqua; anzi dovrebbe anco in tal caſo renderſi meno notabile la contrazione del getto, onde veriſimilmente valendoſi allora del detto metodo, ſi troverebbe la velocità, o la medeſima, o poco diverſa da quella de'ſolidi.

Egli è ben vero, che quando il tubo, o il foro, con cui ſi faceſſe l' eſperimento, foſſe d'una gran luce, converrebbe, che eziandio, il vaſo foſſe aſſai ampio, e tale, che l' area del foro non aveſſe proporzione gran fatto ſenſibile alla ſuperficie dell'acqua, altrimenti, oltre che ſarebbe difficile mantener nel vaſo l' altezza di quella ſempre permanente, ſtima il Sig. Neuton, che la velocità dell' acqua doveſſe trovarſi eguale a quella d' un ſolido caduto non già dall' altezza della ſuperficie ſopra il foro, ma da altezza maggiore, che egli inſegna di determinare nel corollario 1. della detta propoſizione 36. del 2. libro de' Principj della Filoſofia delle ultime edizioni. Anco il Sig. Mariotte, nel diſcorſo 3. della parte 3. del ſuo Trattato del moto delle acque, moſtra con ragioni, e ſperienze dovere in tal caſo reſtare alterata la velocità.

condo piano, comunicando loro quel grado di velocità, o quella quantità di moto, che hanno acquistata per la caduta dal primo, e questo grado di velocità, o quantità di moto, si comunicherà rivoltandosi orizzontalmente, fino a toccare quella sfera del secondo piano, che dovrà discendere verso il terzo; adunque questa riceverà tanto di velocità, quanta è l'acquistata per la caduta dal primo piano; sarà dunque lo stesso, come se ella fosse realmente caduta dal primo piano; continuerà dunque nell'istesso modo la discesa accelerando il moto comunicato. Così successivamente discorrendo si proverà, che nel tempo, che una sfera sarà caduta dall'alto del vaso, fino al luogo del foro, le sfere, che sottentreranno in esso (o siano realmente cadute dal piano superiore senza ostacolo, oppure siano levate dagli strati inferiori, e spinte verso il foro) nel giungervi saranno affette di una velocità, ch'è dovuta alla caduta dal piano superiore. Usciranno dunque col medesimo grado di velocità, e mantenendosi l'altezza, continuerassi la medesima velocità. Il che &c.

Corollario I. Da questa dimostrazione apparisce, che *nel principio dell'uscita, le sfere non escono con tanta velocità, quanto dopo, e che questa va successivamente accrescendosi fino ad arrivare a quel grado, che è proprio della caduta dall'altezza sopra il foro*: e finalmente, che *il tempo di questo acceleramento, è tanto, quanto si richiede alla caduta dallo strato superiore fino al foro, che in poca altezza è insensibile*.

Corollario II. E perchè le velocità acquistate per la caduta sono fra loro in proporzione dimidiata delle altezze; ne siegue, che *le velocità, colle quali le sfere escono da' fori sottoposti allo strato superiore, sono tra loro in proporzione dimidiata delle altezze, come s'osserva appunto ne' getti d'Acqua* (a).

Corol-

(a) Se la verità del presente Corollario necessariamente dipendesse da quella della proposizione, onde egli è dedotto, sarebbe soggetta a tutte quelle dubbietà, che nella nota precedente si sono accennate, nè meriterebbe di esser presa, come dagli scrittori comunemente si prende, per primo principio della dottrina del moto delle acque. Ma tante sono le sperienze, che la comprovano, che pare non poter rimanere intorno ad essa alcuno scrupolo, nè vi ha forse verità fisica sì costantemente stabilita per le osservazioni come questa: cioè, che le velocità di un medesimo fluido all'uscire da un medesimo foro aperto in un vaso, stiano fra loro in ragione dimezzata delle altezze del fluido sopra il foro, che che sia poi, se le dette velocità siano precisamente quelle de' corpi solidi caduti da pari altezza, di che si è ragionato nella nota precedente.

Solamente conviene avvertire, che dopo le osservazioni poc'anzi addotte del ristrignimento delle vene dell'acqua, che sgorgano da' fori, e delle diverse quantità, che ne escono per li tubi, da quelle, che si cavano per le semplici aperture di egual diametro, le sperienze non si ponno riputar decisive, se non si paragonano fra loro quelle sole, che sempre sono state fatte in un medesimo modo, cioè sempre per uno stesso tubo, o per uno stesso foro, senza fare alcun cangiamento nè

alla

alla lunghezza del tubo, nè alla figura degli orli, o sia del tubo, o sia del foro, ma col cangiar solamente l'altezza dell' acqua nel vaso. Quando dunque si confrontino insieme le osservazioni fatte in tali circostanze, perpetuamente si troveranno le quantità dell' acqua raccolte in tempi eguali in ragione dimidiata delle altezze, e per conseguente anco le velocità saranno nella stessa proporzione, giacchè non sembra, che quì possa aver luogo lo scrupolo, che le velocità non siano proporzionali alle quantità predette, a cagione delle fila d'acqua ne' getti più, o meno dense, o delle direzioni più, o meno oblique, o d' altro, che sia, mentre tali irregolarità debbono essere le medesime nell' uno, e nell' altro degli esperimenti, che si confrontano insieme, parendo, che la sola mutazione dell' altezza dell' acqua nel vaso non possa indurre in ciò diversità alcuna. Tal verità si farà palese a chiunque ridurrà a calcolo non pure le sperienze del Mariotte, o quelle del nostro Autore (ciascuno de' quali si valeva d'una semplice lastra forata, e sempre della medesima) ma eziandio quelle del Sig. Poleni riferite nel detto libro *de Castellis* &c. le quali furono fatte ora con fori, ora con tubi di più figure, e con diversi cangiamenti negli uni, e negl' altri, e scorgerà con piacere [non ostante la diversità delle quantità assolute dell' acqua uscite in queste diverse maniere sotto pari altezza] la mirabil costanza della natura nel serbare la detta proporzione, o sia, che l' esperienza sia stata fatta cavando l' acqua dal fondo, o dalla sponda del vaso, o sia ancora, che si confrontino *le* prove fatte nel fondo colle fatte nella sponda, purchè in tal caso sia stato adoperato un semplice foro, il quale sempre si vuol' intendere di diametro assai piccolo, in modo che l'altezza dell' acqua o si misuri dalla parte superiore, o dall' inferiore del foro si possa riputare sensibilmente la medesima.

La stessa proporzione dimidiata delle altezze si potrebbe confermare anco per le osservazioni delle salite de' getti d' acqua nelle fontane artificiali, o per quella dell' ampiezza delle parabole descritte dagli stessi getti, quando siano orizzontali, o pure obliqui, ma stimo soverchio trattenermi di più sopra questo particolare.

Oltre l' esperienza hanno eziandio gl i scrittori cercato di confermare questo Teorema con dimostrazioni. Quelli, che suppongono dipendere la velocità dell' acqua dall' attual discesa da lei fatta dalla superficie fino al foro, agevolmente lo dimostrano applicando all' acqua l' ipotesi del Galileo comunemente ammessa, che le velocità de' corpi cadenti sieno in ragione dimezzata delle altezze delle cadute dalla quiete. Gli altri, che stimano dipendere la detta velocità dalla sola pressione sono andati per altra strada. Fra questi il Sig. Varignon una prova ne addusse nelle memorie dell' Accademia Reale delle scienze del 1703., che è stata seguitata anco dal Sig. Ermanno nella Foronomia, e da altri, e che si riduce al seguente ragionamento.

Considera egli il moto di quella quantità d' acqua, che in un medesimo tempo esce dal foro F (Fig. 60. Tav. XVII.) ora sotto un' altezza d'acqua F A, ora sotto un' altra F B, come effetto adeguato istantaneo delle pressioni delle colonne perpendicolari d' acqua, che hanno il foro per base. Dovendo dunque gli effetti essere proporzionali alle cagioni, sarà come la pressione della colonna F A alla pressione della colonna F B, così il moto dell' acqua, che esce in un tempo minimo sotto l' altezza F A al moto di quella, che esce in tempo eguale sotto l' altezza F B.

Ora i detti moti altro non sono, che i prodotti delle quantità d' acqua, che escono, e delle velocità colle quali escono, e però sono fra loro in ragione composta delle dette quantità, e velocità, le quali due ragioni non sono, che una stessa ragione, mentre la quantità d' acqua, che esce per un medesimo foro in un medesimo tempo è maggiore, o minore per l' appunto a proporzione della velocità con cui esce; e però la detta ragione de' moti non è altra, che quella de' quadrati delle velocità; Sta dunque il moto dell'acqua, che esce sotto l' altezza F A al moto di quella, che esce sotto l'altezza F B, come il quadrato della velocità, con cui esce sotto F A, al quadrato di quella, con cui esce sotto F B, e per conseguente anco le pressioni delle colonne d' acqua, che cagionano questi moti sono come i quadrati delle dette velocità. Ma le pressioni sono come le al-

tezze

tezze delle colonne prementi (trattandosi di colonne dell' istessa base, e di materia omogenea) dunque il quadrato della velocità, con cui esce l'acqua sotto l' altezza F A, sta al quadrato della velocità, con cui esce sotto l'altezza F B, come F A ad F B, o quello, che è lo stesso, la velocità sotto F A sta alla velocità sotto F B in ragione dimezzata di F A ad F B, il che era da dimostrare.

Un tale ragionamento, come è manifesto, sussisterebbe ancora quando le forze, che producono il moto dell' acqua, che esce dal foro, non fossero le pressioni delle colonne, F A, F B, purchè fossero proporzionali ad esse, come se a cagione d' esempio fossero doppie del peso delle dette colonne. Ora, che appunto sieno doppie, lo pretese il Sig. Jurin nella dissertazione riferita al numero 373. delle Transazioni filosofiche della Società Regia, e lo aveva anche prima determinato il Cavalier Neuton nell' altra ipotesi, che le velocità dipendessero dall' attuale discesa; sopra di che essendo poi stati d' altro avviso altri celebri Mattematici, giova trattenersi alquanto intorno a ciò, potendo una tal ricerca dar qualche lume, per meglio intendere come operi la natura nello spigner fuori le acque dalle aperture de' vasi.

Parmi dunque, che se la velocità dell' acqua, all' uscire da un foro, dipende dalla pressione, e se tal velocità è veramente eguale a quella d' un corpo solido disceso liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all' altezza dell' acqua sopra il foro, la forza, che si impiega nell' espellere l'acqua dal foro predetto, non sia già eguale, ma doppia del peso della colonna d' acqua, che sta sopra il foro. Per dimostrarlo si consideri, che in un solido, il quale cominci a discendere, tutto l' effetto istantaneo di quella forza, che s' impiega nel moverlo, consiste in quella quantità di moto infinitamente piccola, che risulta dalla quantità finita della materia del solido moltiplicata nel grado di velocità infinitamente piccola, impressogli in quell' istante dalla detta forza; laddove nel fluido, che comincia ad uscire da un vaso, tutto l' effetto istantaneo di quella forza, che si adopera nel moverlo, è quella quantità di moto infinitamente piccola, che nasce dalla quantità infinitamente piccola del fluido, che si espelle, moltiplicata per quel grado finito di velocità, che la detta forza gli imprime. Dovendo dunque gli effetti istantanei adeguati essere proporzionali alle loro cagioni (quando gl' istanti si prendano di durata eguale) la proporzione del detto moto istantaneo del solido, al moto istantaneo del fluido ci mostrerà la proporzione delle forze, che li producono. Ora la detta proporzione de' moti istantanei è quella delle somme de' medesimi moti risultanti dopo un tempo qualunque eguale finito, imperocchè ciascuna delle dette forze, restando sempre la medesima, produce in ogni istante una quantità di moto eguale a quella, che produsse nel primo istante, e però in tempo eguale si producono somme di moto proporzionali a que' primi moti istantanei.

Prendendo dunque un tempo eguale finito, e per maggiore facilità scegliendo quello, in cui un corpo liberamente cadendo dalla quiete, descrive tanto spazio, quanta è l'altezza dell' acqua del vaso sopra il piano del foro, è manifesto, che la somma de' moti istantanei del solido, che noi cerchiamo, per tutto questo tempo, non è, che il prodotto della quantità della materia del solido per la somma di tutte le velocità momentanee da esso acquistate, cioè per la velocità totale, che il solido ha acquistata nel fine del detto tempo, e che parimente la somma, che noi cerchiamo de' moti istantanei del fluido per tutto il medesimo tempo, non è, che il prodotto della quantità della materia fluida uscita dal vaso nel detto tempo per quel grado di velocità costante, con cui è uscita. Ma questa si suppone eguale alla detta velocità acquistata dal solido; dunque la forza, che s' impiega nel mover' il solido, starà alla forza, che s' adopera nell' espellere il fluido, come la quantità della materia del solido alla quantità della materia del fluido, che è uscita nel tempo predetto, cioè (per le cose accennate al §. *Un' altra esperienza* dell' annotazione precedente) al doppio della colonna del fluido, che sta a piombo sopra il foro, o sia come il peso del solido al peso del doppio della colonna del fluido. Ma la forza, che s' impiega nel mover il solido è certamente eguale al peso, anzi è lo stes-

ſteſſo peſo del ſolido; dunque la forza, che ſi eſercita nell' eſpellere il fluido, è eguale al peſo del doppio della colonna del fluido, il che &c.

Non dee fare difficoltà, che nel raccoglier la ſomma de' moti iſtantanei non abbiamo meſſo in conto quel di più di moto, che di mano in mano ha il ſolido in virtù delle velocità antecedentemente acquiſtate, nè parimente quello, che ha il fluido già uſcito dal vaſo in virtù parte della velocità, con cui uſcì, e parte di quella, che gli va imprimendo la ſua gravità propria nel cadere per aria, perocchè queſti non ſono effetti iſtantanei di quella forza, che ſpigne il ſolido, o il fluido, ma ſono una continuazione dell' effetto delle velocità già impreſſe, e continuerebbero tuttavia, quand' anco s' intendeſſe diſtrutta quella forza movente, di cui ſola conſideriamo l' effetto a ciaſcuno iſtante.

Da queſto diſcorſo ſi può dedurre, che il ſemplice peſo della colonna del fluido, che ſta perpendicolarmente ſopra il foro, da ſe ſolo non baſterebbe, che per metà a cacciar fuori l' acqua con quella velocità, con cui eſce dal vaſo (ſe queſta è eguale a quella d' un ſolido caduto da pari altezza) nè per trovare il rimanente della forza a ciò neceſſaria, ad altro ſi ſaprebbe ricorrere, che all' altr' acqua laterale, che è d' intorno alla detta colonna, e che ſpignendo ſecondo la comune proprietà de' fluidi, per ogni verſo, venga come ad iſchiacciare, e ad aſſottigliare quell' ultima falda, o gocciola d' acqua, che ſi preſenta al foro (la quale ſola può cedere a tal preſſione per avere l' eſito aperto per lo ſteſſo foro) e con ciò fuori la ſprema, ſuccedendo eſſa a riempier d' intorno intorno ciò, che quella ha laſciato di vuoto preſſo gli orli del foro, onde poi naſca la contrazione del getto. E però ſi dee conchiudere, che la forza di tutta l' acqua laterale nel produrre queſto effetto ſia altrettanta, quanta è quella della colonna perpendicolare, con cui in fatti eſſa ſta in equilibrio; ſe pure non ſi dee dire piuttoſto, che tutto l' effetto dipenda dalla detta acqua laterale, e che la colonna verticale altro non faccia, che andare ſomminiſtrando al foro nuove falde di ſe ſteſſa, di mano in mano che la forza obliqua le va ſpremendo, e cacciando fuori del vaſo.

Quindi è, che ſe nel vaſo altr' acqua non foſſe, che quella, che ſta a perpendicolo ſopra il foro, come ſe il vaſo foſſe un tubo cilindrico pieno d' acqua, a cui tutto ad un tratto ſi levaſſe il fondo, non concepirebbe già l' acqua nel primo iſtante quel grado di velocità, che converrebbe alla ſua altezza, ma comincerebbe ad uſcire con quella velocità minima, con cui i gravi cominciano a cadere, e ſi andrebbe accelerando per que' medeſimi gradi, che queſti ſi accelerano, nè ſolo le parti proſſime al foro, ma eziandio tutte le altre ſuperiori avrebbero in ciaſcuno iſtante la medeſima velocità, nè più nè meno, che ſe il cilindro d' acqua foſſe ſolido, e ſolamente giugnerebbe l' acqua a quel grado di velocità, che acquiſtano i ſolidi cadendo dalla detta altezza, quando dal tubo foſſe uſcita una quantità d' acqua eguale ad una ſua intera tenuta; onde è, che per mantenere la ſuperficie d' un tal vaſo ad un' altezza permanente converrebbe nel verſarvi l' acqua dalla parte di ſopra andar ſecondando quelle diverſe velocità, colle quali eſſa uſcirebbe per l' orificio inferiore.

Non laſcerò per ultimo di avvertire, che molto lume ſi potrebbe a mio credere ricavare in queſta materia, facendo le ſperienze delle velocità in un vaſo, in cui foſſero due fluidi di peſo notabilmente diverſo (a cagione d' eſempio argento vivo con ſopravi acqua) e variando in più maniere le altezze dell' uno, e dell' altro fluido; e ciò ſpecialmente potrebbe ſervire ad accertarſi, ſe le velocità riſpondano veramente alle preſſioni, o alle diſceſe, non dovendo allora eſſer queſte nella ragione di quelle, come lo ſono in un fluido omogeneo; ma il vaſo vorrebbe eſſere aſſai ampio, affinchè in un tempo baſtantemente lungo, per aſſicurarſi delle velocità, non ſi abbaſſaſſero ſenſibilmente le ſuperficie nè dell' uno, nè dell' altro fluido, con ſoſpetto, che le velocità ſteſſe andaſſero frattanto cangiando, e vi biſognerebbero ſponde, e fondo di gran robuſtezza. Si potrebbe eziandio tentare con acqua, ed olio, dando all' uno, ed all' altro di queſti fluidi una differenza ben grande d' altezza nel vaſo, il quale ſi richiederebbe allora aſſai alto.

Corollario III. Eſſendo, che le velocità acquiſtate per la caduta, ſe, dopo di queſta, ſi rivoltino per qualſiſia altra linea, non perdono, nel punto del rivolgerſi, il loro grado, ne ſiegue, che *ſe i fori ſaranno orizzontali, o verticali, o inclinati come ſi voglia, le velocità dell' Acqua, che eſce per eſſi, ſaranno tra loro pure in proporzione dimidiata delle altezze* (a).

(a) Della verità di queſto corollario, che è fondamentale nella preſente materia, ſi è data nell' annotazione 4. baſtante riprova per mezzo delle eſperienze fatte nelle ſponde de' vaſi; ma ſiccome ne' fori verticali, o inclinati le altezze dell' acqua ſono diverſe, prendendone la miſura da diverſi punti della luce del foro inegualmente lontani dalla ſuperficie, così è neceſſario avvertire, che quando il diametro del foro non foſſe così piccolo da poterlo riputare come inſenſibile, allora ſi ſuppone comunemente dagli ſcrittori, e con eſſi dal noſtro Autore, che eziandio le velocità ne' detti punti ſiano varie, e ſempre ſtiano fra loro in ragione dimezzata delle dette altezze, eſſendo ſolamente eguali fra loro le velocità di que' punti della luce del foro, che ſono ſituati ad uno ſteſſo livello; e ciò ha luogo qualunque ſia la figura del foro, e l' inclinazione del piano del medeſimo.

Io non ſo veramente, che queſta oſſervazione ſia mai ſtata comprovata con alcuna ſperienza, la quale non ſarebbe difficile a farſi, raccogliendo ſecondo il ſolito l' acqua, che uſciſſe ſotto un' altezza permanente in un certo tempo, tenendo il foro del tutto aperto, e paragonandola colla ſomma di quelle, che uſcirebbero in tempo eguale da tutte le diverſe parti della medeſima luce, le quali ſi andaſſero aprendo ora nella ſommità, ora nel mezzo, ora nel fondo della medeſima; per togliere con ciò ogni ſcrupolo, che poteſſe naſcere, ſe quell' acqua, che ſgorga a cagion d' eſempio dalla parte ſuperiore, alteri per avventura la velocità di quell' altra, che nel tempo ſteſſo eſce dall' inferiore; nè mi pare irragionevole un tal dubbio nella oſcurità in cui ſiamo del modo, in cui opera la natura nel metter' in moto il fluido. Anzi nè pur ſo ſe mai ſia ſtato provato, ſe facendo correre ad un medeſimo tempo l' acqua per due fori ſituati a diverſe profondità ſotto la ſuperficie, e fra loro ſeparati, nè ſiegua punto d' alterazione nelle velocità. Simili prove metterebbero in ſicuro un tal fatto, che dal noſtro Autore, anzi da tutti gli altri, ſi preſuppone come certo, e che ſerve di fondamento a una gran parte de' teoremi, che riguardano il corſo de' fiumi, e ſolo ſi vorrebbe aver riguardo all' effetto de' ſoffregamenti dell' acqua con gli orli delle aperture, per le quali ſi faceſſe uſcire; ma tal' effetto non dovrebbe eſſere molto notabile, quando ſi trattaſſe d' una luce aſſai grande, non potendo allora l' acqua trattenuta dal ſoffregamento avere gran proporzione a tutta l' acqua, che uſcirebbe per una tal luce.

Suppoſta intanto la verità di tale aſſerzione, cioè, che ne' fori delle ſponde de' vaſi ciaſcuna parte dell' acqua abbia al ſuo uſcire la velocità in ragione dimidiata dell' altezza perpendicolare della ſuperficie di quella, che ſtagna nel vaſo ſopra quel punto, onde eſſa eſce, è manifeſto, che la maſſima velocità converrà a quelle parti, che uſciranno dal fondo di tale apertura (la quale a maggior facilità ſi ſupporrà di figura rettangola) e la minima a quelle, che ſgorgheranno dalla ſommità di eſſa, onde nel ſito di mezzo dee darſi un punto (o piuttoſto una linea orizzontale) a cui convenga una velocità mezzana fra tutte quelle, che competono alle diverſe parti di tutta l' apertura, dimanierachè ſe tutta l' acqua, che per eſſa ſi ſcarica, uſciſſe colla detta velocità mezzana, tanta appunto ne uſcirebbe, quanta è quella, che eſce colle dette velocità diverſe, e queſta ſi chiama *velocità media* di quella apertura, o luce, e il punto, a cui s' intende competente tale velocità, chiamaſi *centro della velocità*. Il noſtro Autore nel ſuo trattato della miſura delle acque correnti, e il P. Abate

Monſieur Mariotte, il quale con una ſomma diligenza ha fatto, circa li movimenti dell' Acque, una gran quantità di eſperienze, trova, che in materia di queſti getti, le prime gocce, che eſcono da' fori, hanno una velocità molto minore di quella, che s' acquiſta dopo qualche poco di tempo, il che è conforme a ciò, che nelle sfere abbiamo poco di ſopra dimoſtrato. Ed in fatti egli è evidente, che, ſe dal

---

te Grandi nel ſuo del movimento delle acque, hanno inſegnato il modo di determinare geometricamente il ſito del punto predetto, il quale è diverſo ſecondo le varie altezze dell' acqua, nè mai cade preciſamente nel mezzo dell'altezza della luce, ma più vicino alle ſommità di eſſa, che al fondo. Da ciò ſiegue, che ſe nella ſponda verticale d' un vaſo ſarà una luce, da cui ſi faccia uſcir l' acqua ſotto diverſe altezze permanenti della ſuperficie di quella, che ſtagna nel vaſo, le velocità medie ſaranno in ragione dimezzata delle altezze della detta ſuperficie ſopra il centro di velocità di quella luce, e nella medeſima ragione ſaranno eziandio le quantità d' acqua, che ne uſciranno in tempi eguali.

Sono ſtati alcuni, che hanno meſſo in dubbio, ſe queſte regole intorno alle velocità abbiano luogo anche nel caſo, che la ſommità della apertura foſſe preciſamente all'altezza della ſuperficie dell' acqua, che ſi contiene nel vaſo (nel qual ſuppoſto è chiaro, che la velocità della parte ſuprema, che ſi preſenta all'apertura, cioè quella della ſuperficie dell' acqua del vaſo dee eſſer nulla) e però hanno preteſo non poterſi le regole finora addotte applicare alle luci, o ſezioni, onde i fiumi eſcono dalle loro vaſche, mentre per lo più tali emiſſarj ſono aperti ſuperiormente a tutta altezza, o anco ſopra l' altezza della ſuperficie dell' acqua, che è nella vaſca. Non ſi ſaprebbe tuttavia immaginare ſopra di che foſſe appoggiato un tal dubbio, anzi ciò pare contrario all' uniformità delle leggi della natura. Mentre ſe intenderemo, che una luce di coſtante grandezza ſi vada di mano in mano alzando, e accoſtando alla ſuperficie dell' acqua del vaſo, le velocità medie di eſſa ſerberanno ſempre un certo ordine, che ſi potrà eſprimere colle applicate di una curva tirate ſempre per la ſommità della luce, e che abbiano per aſciſſe le diſtanze di eſſa dalla detta ſuperficie, onde ſtrano ſarebbe, che in quell' ultimo punto, in cui la ſommità predetta arriva ad uguagliarſi alla ſuperficie ſi cangiaſſe regola, e che l' applicata, la quale paſſerebbe per quel punto non eſprimeſſe anch' eſſa la velocità media, che riſponde a tal ſituazione. Nè ſi può addurre in contrario l' eſperienza del vederſi in tal caſo movere la ſuperficie, che pure non dovrebbe moverſi, perocchè, come altrove ſpiega l' Autore, ciò ragionevolmente ſi può attribuire all' imperfezione della fluidità dell' acqua, le cui parti hanno qualche adeſione fra loro, onde le inferiori movendoſi ſtraſcinano ſeco le ſuperiori. Anzi l' eſperienza appunto pare, che ſtia a favore della dottrina finora ſpiegata, mentre fra quelle, che il Sig. Marcheſe Poleni nel ſuo libro *de motu aquæ mixto* all' articolo 56. riferiſce di aver fatte in un vaſo, da cui uſciva l' acqua per un taglio rettangolare aperto nella ſponda fino alla ſommità del vaſo, alcune ve ne hanno, nelle quali eſſendo varia l' altezza dell' acqua entro il vaſo, ebbe campo di dedurre la proporzione della velocità media, e queſta aſſeriſce aver trovata appunto in ragione dimidiata delle altezze. Tale ſperienza ſerve anco in parte a togliere l'altro ſcrupolo accennato di ſopra intorno alla proporzione delle velocità de' diverſi punti d' una medeſima luce, e ſolo reſterebbe, che ſi replicaſſero nelle luci totalmente ſommerſe ſotto l' acqua nel modo indicato.

Egli è ben vero, che nell' applicare agli emiſſarj, onde eſcono i fiumi, ciò, che ſi è detto delle velocità delle ſemplici aperture fatte nelle ſponde de' vaſi, vi ponno eſſere altri capi di difficultà non diſprezzabili; ma di ciò non è queſto il luogo di trattare, riſerbandoci di farlo più opportunamente nelle annotazioni al capo 4.

dal vaso ABCD pieno di Acqua, s'intenderà levato tutto ad un tratto il fondo BC, l'Acqua immediatamente superiore ad esso, comincerà a discendere al basso, e nello stesso tempo sarà seguitata da quella, che è nella superficie; ma questa velocità nel primo tempo sarà molto minore, che in quello, nel quale la parte superiore dell'acqua sarà discesa alla linea orizzontale, che prima era occupata dal fondo del vaso.

Io stimo superfluo di avvertire in questo luogo, che le dimostrazioni sin' ora addotte suppongono una perfetta astrazione da tutte le resistenze, e coefficienze, che ponno fare alterare qualche poco la loro verità; e perciò malamente opporrebbe, chi per provare, non esser vero, che i liquori spianino la loro superficie orizzontalmente, adducesse l'esperimento di una goccia d'Acqua, che posta sopra una tavola, o sopra una foglia di Cavolo colmeggia: ovvero, che ne' cannellini sottili l'Acqua ascenda più, che ne' più ampj, ed altre simili; poichè egli è certo, che queste diversità dipendono da altre concause, e circostanze, non dal solo peso, e fluidità dell'Acqua, che sono le radici del moto dell' Acque de' Fiumi, circa il quale si devono aggirare principalmente le nostre considerazioni nel presente Trattato.

CAPITOLO SECONDO.

Dell' Origine de' Fonti Naturali.

NOi vediamo per esperienza, che dalla superficie della Terra scaturiscono in molti luoghi le Acque, altre delle quali stanno racchiuse in luoghi, o cavità particolari, che si chiamano Vasche, o Catini; ed altre, sormontando le sponde di essi, s'incamminano a qualche parte, o perdendosi dentro poco spazio nel terreno, se esse sono scarse; oppure incamminandosi all'unione di altre simili, se sono più abbondanti, dalla qual' unione se ne formano Ruscelli, e da questi insieme uniti, i Fiumi. Quindi non sarà fuori di proposito, ricercare l' origine di quest' acque, che si chiamano sorgenti, o fonti, e dedurne l'origine de' Fiumi, per fondamento delle susseguenti considerazioni.

Sopra questa materia hanno i Filosofi diversamente congetturato, poichè altri hanno creduto, che i fonti abbiano origine dalle sole acque piovane; ed altri, che il Mare sia quello, che somministri la materia a queste scaturigini. I Signori dell' Accademia Reale delle Scienze instituita a Parigi da Luigi il Grande, hanno fatte moltissime osservazioni per decidere simile questione, e seguitando l'avviso del P. Cabeo

beo, e del VVreno, hanno cercato i Signori Perault, Mariotte, Sedileau, e de la Hire di assicurarsi della quantità dell'acqua, che cade dal cielo in un'anno, siasi in pioggia, o in neve, per paragonarla dipoi a quella, che corre dentro gli Alvei de' Fiumi al Mare; ed osservando gli ultimi due, farsi anche una grande evaporazione, tanto dall' acqua medesima, quanto dalla terra bagnata, hanno nello stesso tempo osservata la quantità dell'acqua, ch'è svaporata negli anni medesimi.

Il Sig. Mariotte fece fare da un suo amico l'osservazione a Dijon, e da essa determinò (*a*), che la quantità dell'acqua caduta in un'anno, fosse di once 17. di altezza; Il Sig. Perault l'osservò 19. in circa, con che s'accordano gli esperimenti replicati delli Signori Sedileau, e de la

(*a*) Queste osservazioni sono poi state continuate in Parigi da diversi altri della Accademia Reale delle Scienze, cioè oltre i Sigg. Perault, Sedileau, e de la Hire, che quì sono i nominati, anco da' Sigg. Maraldi zio, e Nipote, e da quest' ultimo tuttavia si vanno proseguendo, e l'esperienza di molti anni ha mostrato, che la quantità dell'acqua, che piove colà un'anno per l'altro, torna in once 19., o piuttosto in questi ultimi anni in 18. in circa del piede di Parigi. Ma essendosi fatte altre simili sperienze in altri luoghi della Francia, non si è trovato, che rispondano troppo bene a questa misura, anzi quasi per tutto notabilmente crescono sopra di essa. Avvertì già il Sig. de la Hire nelle Memorie della stessa Accademia del 1710. col paragone da lui fatto delle misure prese a S. Malò, a Lione, ed altrove, che ne' luoghi più prossimi, o al mare, o al monte piove assai più, che a Parigi, la cui situazione è come nel mezzo fra il monte, ed il mare, di maniera, che la detta altezza di once 18., ò 19. si dee riputare piuttosto la minima, che la mezzana tra quelle, che nella Francia sono state osservate.

Molto più di pioggia è stato trovato cader nell'Italia, la quale per essere secondo la sua lunghezza bagnata da due mari poco fra loro distanti, ed oltre ciò spartita per lo lungo, e poi anco chiusa, e terminata da altissime montagne, dee per l'uno, e per l'altro titolo abbondare di piogge più della Francia. Per le sperienze continuate molti anni in Pisa dal Sig. Tilli, egregio professore in quello studio, le piogge si alzano ivi ragguagliatamente a 33. once, e in Livorno a 35. once della stessa misura del piede regio di Parigi. Molto maggiore è stata rinvenuta tal quantità in Modena dal celebre Sig. Domenico Corradi Mattematico di S. A. Serenissima, risultando dalle sue osservazioni di 10. anni, cioè dal 1715. al 1724. once 47., e 9. linee per ciascun' anno, e nella provincia montuosa di Carfagnana al forno Volastro l'altezza riesce anco assai maggiore, e quasi doppia di questa, cioè once 91., e linee 2., secondo che egli medesimo ha dedotto dalle misure ivi prese negl'anni 1715., e 1716. comecchè questi due anni fossero de' più scarsi d'acqua.

Fra le montagne colle quali confina à Settentrione l'Italia, cioè nell'Elvezia, il dottissimo Sig. Scheuzer misurò a Zurigo le piogge dell'anno 1709. di once 32., linee 6, e mez., nel qual'anno a Parigi non furono, che once 21., linee 9., e mez. In Bologna ne abbiamo le osservazioni di 14. anni dal 1723. al 1736. fatte insieme con quelle de' barometri, de' termometri, de' venti, e delle meteore con esattezza, e giudicio incomparabile dal Sig. Jacopo Bartolommeo Beccari, uno de' maggiori ornamenti di questa Università, e di questo Istituto delle Scienze, per le quali osservazioni si trova essere piovuto ragguagliatamente once 26., linee 4. sempre della predetta misura. Finalmente in Padova l'altezza delle piogge si accorda a un dipresso con quelle di Parigi, per quanto leggo in una annotazione annessa al libro dell'origine delle fontane del Sig. Vallisneri a carte 170., ove tal notizia si dice ricavata dal Sig. Marchese Poleni insigne mattematico di quella famosa Università.

de la Hire, computando un'anno per l'altro; poichè nell'anno 1689. l'acqua delle piogge fu quasi once 19., nel 1690. once 23., nel 1691. once 14 $\frac{1}{2}$, e nel 1692. once 22 $\frac{1}{2}$. Ma quello (*a*), che vi è di più considerabile, si è, che la quantità dell'acqua svaporata sopravanza di gran lunga, quella delle piogge, determinandola il Sig. Sedileau once 32 $\frac{1}{2}$ per anno; ond'è, che sebbene dalla terra bagnata non isvapora tant'acqua, quanta dall'acqua sola (*b*); nulladimeno non

(*a*) Anche questa ricerca, rispetto all'evaporazione dell'acqua del mare è stata proseguita dall'acutissimo filosofo il Sig. Hallej con esatte esperienze riferite al numero 189. delle Transazioni della Società Regia d'Inghilterra. Avendo egli ridotta l'acqua di un vaso a quel grado di salsedine, che ha l'acqua marina, e fattale concepire quella temperie, che presso di noi ha l'aria nel tempo della più calda estate (dell'uno, e dell'altro si accertò egli con somma industria, ed accuratezza) trovò, che nello spazio di due ore avea scemato tanto del primiero peso quanto in quel vaso rispondeva in altezza alla parte trigesima quinta di un dito del piede di Londra, la qual misura gli piacque tuttavia di ridurre al solo sessantesimo di un dito, credo per adattarla ad un grado di calore estivo minore del massimo; il che nello spazio di 12. ore monta alla decima parte di un dito della detta misura; e però figurando, che in tempo di notte niente affatto si svapori dal mare, nè mettendo eziandio in conto quell'evaporazione, che succede nelle prime, e nelle ultime ore del giorno (lungo in questi climi l'estate assai più di ore 12.) si può esser certo, che la detta quantità della decima parte d'un dito di Londra sia anzi meno, che più di tutta l'evaporazione del mare in un giorno estivo, che sarebbe in ragione di 9. dita di Londra, cioè di once 8., e mez. del piede di Parigi in tutto il corso de' tre mesi d'estate. A questa quantità si dee aggiugner quella, che svapora nelle altre stagioni dell'anno, che pur è qualche cosa, e quell'altra molto maggiore, che non dal caldo dell'aria, ma dal vento vien sollevata, e di cui troppo difficile sarebbe fare esperimento, ma quanto grande ella sia si può raccorre dalla comune osservazione, per cui veggiamo, come sollecitamente per poco di vento che spiri, si rasciughino i panni bagnati esposti all'aria aperta; e questa ha luogo (particolarmente sopra il mare) in ogni stagione dell'anno, nè più il giorno, che la notte, onde chi ne supponesse l'effetto in capo all'anno doppio di quello del semplice calore, non potrebbe a mio credere essere tacciato di peccare in eccesso. E però ben ponderando il tutto si troverà, che le once 32., e mez. tassate dal Sig. Sedileau non si debbono giudicare soverchie. Egli è ben vero, che quella parte di evaporazione, che dipende dal calore non si può supporre eguale in ogni tratto di mare, perciocchè il calore estivo non è per tutto di eguale intensione, onde quì ancora, come nelle piogge, si vuole avere riguardo alla diversità de' luoghi. Ma essendosi in queste sperienze preso per norma quel grado, che conviene alla nostra zona temperata, non si potrebbe errar di molto considerando la misura ritrovata dell'evaporazione, come universale per tutti i mari, comecchè il Sig. Hallej a maggior sicurezza non se ne vaglia per ricavarne alcuna conseguenza, fuor che nel solo mare Mediterraneo.

(*b*) Di molto momento è questa riflessione dell'Autore sopra l'acqua, che svapora dalla terra dopo le piogge per non prender abbaglio in que' calcoli per mezzo de' quali si cerca, se le sole piogge bastino per fornire a' fiumi tutta l'acqua, che essi portano in un tal tempo, come v. g. in un'anno. Certamente si può dare, e si dà spesse volte, e specialmente nelle stagioni alquanto calde, e quando la terra è assai sitibonda d'umore, che dopo le piogge buona parte di quella, che è caduta sopra terra si rialzi ben tosto in vapori, e costipata di nuovo in nubi ricada in piogge, nè ciò una sola, ma

si può assai accertare, che l'acqua piovana basti per mantenere tutti i Fiumi, senza l'ajuto di quella del Mare. Il medesimo Sig. Sedileau (*a*),

nelle

due, tre, e più volte di seguito, e ciò visibilmente si scorge fra le montagne, sopra le quali si alzano a piombo, come delle fumate, che ne inviluppano le sommità, e si sciolgono ben tosto in acqua, onde comunemente si prendono per presagio di vicina pioggia; e qualche cosa di simile avviene anco nelle pianure, quando le piogge si vanno alternando colle nebbie, la cui materia ben si comprende talvolta non esser portata altronde, ma rinascere, e sollevarsi dall'istessa terra, su cui è piovuto; e conciecchè non sia possibile determinare quanta parte di acqua sia quella, che in ciascuno di tali casi torna a cangiarsi in vapori, e quanta quella, che è restata fra le vene della terra a poter dare alimento alle sorgenti de' fiumi, egli pare tuttavia, che quella prima non possa essere sì poca cosa, vedendosi in tali occasioni, cho dopo larghe piogge ne sieguono altre quasi egualmente dirotte. Converrebbe dunque sapere la quantità dell'acqua svaporata, e diffalcarla da tutta quella, che è piovuta, per accertarsi di non mettere due, e tre, e forse dieci, e più volte una medesima quantità d'acqua nel conto di quella, che può servire alle fontane naturali.

Sarebbe oltre ciò da detrarre dall'acqua delle piogge quella, che passa in nutrimento delle piante, poca secondo alcuni, ma non così poca secondo altri giacchè nè pur questa concorre ad ingrossar le sorgenti. Nè si può sfuggire tal necessità col motivo, che questa ancora nel traspirare, che fanno le piante, torni a ridursi in vapori, e finalmente in piogge, perocchè sempre ha luogo il discorso poc'anzi fatto di non doversi mettere di bel nuovo a calcolo dell'entrata ne' fiumi ciò, che una volta vi è stato messo.

(*a*) Tutto il contrario di quello, che parve al Sig. Sedileau era paruto al Sig. Mariotte nel paragonar, che fece (Parte 1. discorso 2.) la portata del fiume Senna da lui medesimo stabilita, colla quantità della pioggia, che cade in un'anno sopra tutto il terreno, da cui quel fiume riceve le acque (la qual pioggia suppose di once 15. con tutto che sia di 18., o 19.) avendo egli calcolata la misura di questa più di sei volte maggiore dell'acqua, che porta il fiume; d'onde conchiude, che quando la terza parte delle piogge esalasse in vapori immediatamente dopo esser caduta, e la metà del rimanente restasse imbevuta tra le parti superficiali della terra per mantenerla umida, e solo il di più penetrasse al di dentro, per passar quindi per occulti canali ad alimentar le sorgenti, ve ne sarebbe di soverchio per somministrare a' fiumi tutta quell'acqua, che realmente scorre per essi.

La gran differenza tra le conseguenze ricavate da questi due celebri uomini intorno a tal particolare, proviene più che da altro dalle diverse supposizioni, che essi hanno seguite nel calcolare la quantità dell'acqua portata da' fiumi in un'anno, e questo è veramente ciò, in che consiste la massima difficultà della presente ricerca. Tal difficultà si può dire, che abbia due capi principali. Il primo è nel giudicare della velocità assoluta di un fiume, notizia, che è indispensabilmente necessaria oltre quella della larghezza, e profondità per dedurne la misura dell'acqua, che egli porta. Quand'anco si potesse sapere la velocità della superficie nel filone non vi è alcuna regola ben certa per dedurne quella, o sia delle parti laterali della stessa superficie, o sia delle interne sotto di essa, e volendosi ancora seguire intorno a ciò le ipotesi del nostro Autore, già si è accennato nel capo primo, e si vedrà di nuovo nel quarto, e nel settimo, niente potersi sapere di preciso per ciò, che riguarda le velocità assolute, sì, perchè i numeri della tavola, che egli dà per trovarle non sono sicuri se non in quanto giusta è la proporzione per essi indicata, sì anche, perchè troppo si può errare adattando alle sezioni de' fiumi naturali, impediti per lo più da tanti ostacoli, le misure delle velocità calcolate per le acque, che scorrono libere da ogni resistenza. Che se pur si stimasse poterne venire a capo per mezzo delle osservazioni attuali delle velocità delle diverse parti dell'acqua d'una sezione, dedotte dalle deviazioni dal perpendicolo de' pendoli sommersi nell'acqua,

qui

nelle Memorie dell' Accademia Regia dell' anno 1693. ſervendoſi della portata di diverſi Fiumi, determinata, per eſtimazione in proporzione del

Q 4 Pò,

quì ancora per rilevare la miſura aſſoluta delle velocità conviene valerſi di teoremi non bene accertati, e la ſteſſa pratica di tal metodo richiederebbe un gran numero di oſſervazioni difficili, e ſoggette a diverſe fallacie, come ſi vedrà nell' annotazione 12. del capo 7.

L' altro capo di difficultà naſce dalla diverſità degli ſtati del fiume in diverſi tempi dell' anno, atteſa la quale, quando anco ſi ſapeſſe la portata di eſſo in qualche ſtato, come a cagion d' eſempio nelle *maſſime piene*, ciò non baſterebbe ſe non ſi cercaſſe anco negli altri ſtati, perocchè in ciaſcuno di eſſi, oltre l' altezza, e la larghezza ſi può eziandio cangiare la velocità, e quello, che forſe è più difficile, converrebbe in oltre tener conto quanta parte dell' anno ſoglia mantenerſi il fiume in ciaſcuno di que' diverſi ſtati per trovare quel mezzo aritmetico, che quì accenna l' Autore, non ſervendo il prendere una portata mezzana fra le eſtreme, ſe non ſi ha eziandio riguardo alla diverſa durata di ciaſcuno degli ſtati predetti; e forſe da queſta più che da altra cagione dipende la gran differenza fra' predetti calcoli.

Ove poi la quantità d' acqua, che un fiume ſcarica in un' anno foſſe ben certa, per paragonarla colla quantità oſſervata delle piogge cadute parimente in un' anno ſopra tutto quel tratto di terra, che o tramanda acqua nel fiume per mezzo de' torrenti, o potrebbe tramandarvela a poco a poco ricettandola intanto nelle vaſche, onde ſgorgano le fontane (tratto non così facile a determinarſi, maſſimamente a riguardo di queſte ultime) converrebbe prima fare un' altro ragguaglio delle diverſe altezze, alle quali montano le piogge nella parte piana, nella montuoſa, e nella marittima del detto tratto, con aver riguardo eziandio all' eſtenſione di ciaſcuna di queſte parti; e dopo ciò darvi un defalco per conto di quell' acqua, che ſvapora dalla terra umida, e di quella, che va in alimento delle piante, come nella precedente annotazione ſi è veduto, il qual defalco è eſtremamente difficile a farſi, nè io ſaprei alcun modo di accertarlo, neppure proſſimamente.

Da tutto ciò ſi può inferire quanto ſia difficile il decidere queſta celebre queſtione anco riſpetto a un ſolo fiume, non che a tutti i fiumi del mondo; e quanto ſiano lontani dall' evidenza, che alcuni hanno preteſa, i giudicj, che ne ſono ſtati dati ora per l' una, ora per l' altra parte; ſe pure non ſi vuol' ammettere per evidente un calcolo, per cui ſi conchiuda, che una certa quantità d' acqua, che non ben ſappiamo, detrattane un' altra, che aſſolutamente non ſappiamo, ſia eguale, o maggiore, o minore d' un' altra, che ſappiamo anche meno di quelle.

Egli è ben vero, che nelle oſſervazioni, che ſi fanno della quantità dell' acqua, che piove non ſi tiene, nè ſi può tener conto ſe non di quello, che ne' luoghi comunemente abitati dagli uomini va cadendo in forma d' acqua, di neve, di gragnuola, di brina, e al più di rugiada; ma oltre queſta avvertì già il Sig. Halley, e dopo eſſo il Sig. Jurin nella ſua appendice alla geografia del Varenio cap. 16. prop. 5., che nelle più alte cime de' monti può ſpeſſe volte adunarſi gran quantità di vapori fin colà ſollevati da' venti, e diſcioglierſi in piogge, le quali altrove non vengono oſſervate; e queſte penetrando tra le fenditure della terra, e nelle cavità di eſſa ponno ſomminiſtrare materia per le fontane, le quali appunto tutte, o quaſi tutte dalla montagna ſi veggono ſcaturire. L' iſteſſa nebbia, che sì ſpeſſe volte inviluppa alcuni monti, e ſopra di eſſi ſi poſa per giorni, e per meſi interi, ancorchè altrove l' aria ſia perfettamente purgata, pare, che perſuada dovere reſtar' ivi la terra quaſi perpetuamente imbevuta di quelle minute ſtille, che poi ſi adunano in forma di gocce. Di queſte racconta il Sig. Halley avere oſſervata tal copia in tempo di notte nell' iſola di S. Elena, e ſopra un monticello non molto elevato, che nello ſpazio di 7. ò 8 minuti ne rimaſero appannati i vetri de' teleſcopj de' quali ſi ſerviva per le oſſervazioni celeſti, e inzuppate le carte, ſu cui le notava. Ben potrebbe darſi, che coteſte per così dire occulte, e quaſi perenni piogge ſopra i monti ſuppliſſero a ciò, che per avventura ſi trovaſſe mancare alla ſomma di quelle, che ne' luoghi abitati ſi oſſervano, e ſi raccolgono per pareggiar la portata de' fiumi.

Pò, dal P. Riccioli *al Lib. 10. della sua Geografia Riformata*, calcola, che molto più acqua sia portata da' Fiumi dell' Inghilterra, dell' Irlanda, e della Spagna al Mare, di quella possano provvedere le piogge, senza considerare la copia dell' evaporazione, che succede in un' anno in tutta l' ampiezza di que' Regni, il che cagionerebbe tanto maggior differenza: ed abbenchè ragionevolmente si possa credere, attesa la difficoltà, che porta seco la misura dell' acque correnti, non assai ben conosciuta al tempo, che vivea detto Padre, che le di lui estimazioni siano molto lontane dal vero (tanto più, che i fiumi non portano sempre ugual corpo d' acqua in tutto il tempo dell' anno, ed è assai difficile il trovarne il mezzo aritmetico) nulladimeno non può essere tanto il divario, considerata che sia l' evaporazione &c., che resti alterata la verità della conseguenza, che egli ne deduce. S' aggiunge (*a*), che molti sono i Fonti, che sensibilmente non s' alterano dall' estate all' inverno, o almeno non a proporzione della quantità delle piogge, che cadono; e che altri sono situati nelle cime de' monti altissimi, e scaricano in tutto l' anno copia d' acqua molto maggiore di quella, che ne' siti più alti di quel contorno cada dal cielo, come mi asserì di avere osservato nelle Alpi, due anni sono, nel suo ritorno in Italia, il Sig. Gio: Domenico Cassini (Soggetto, il cui solo nome

(*a*) La considerazione poc' anzi fatta dell' alimento quasi perpetuo, che tra le montagne ponno ricevere i fonti naturali da' vapori sciolti in gocciole o alle cime, o alle falde di esse, può forse servir di risposta ad amendue le difficultà, che quì si movono dall' Autore. Quando ciò non paresse bastare, molte altre risposte si ponno vedere nella lezione accademica del Sig. Vallisneri sopra l' origine delle fontane, nelle note, che lo stesso chiarissimo Autore vi aggiunse, e nelle altre scritture appartenenti all' istessa materia, che si trovano unite alla detta lezione, e stampate in Venezia del 1726., e specialmente nelle sensatissime annotazioni dell' Anonimo, che cominciano a carte 243; le quali scritture tutte finiscono di mettere in ottimo lume l' opinione oggimai più comune tra' filosofi, e che confesso sembrare a me ancora la più probabile, che l' origine de' fonti si debba riconoscere da quell' umore, che cade da alto sopra la terra, senza che faccia uopo d' immaginare altre occulte strade, nè altri difficili meccanismi per li quali le acque del mare si sollevino per entro le viscere della terra fino alle cime delle montagne. Per quello specialmente, che riguarda lo scaturire d' alcuni fonti dalle cime predette, osserva il Sig. Vallisneri non darsi mai un tal caso se non dove in non molta distanza si trovino altri monti più elevati di quello, onde escono tali sorgenti; e però pensa, che le acque cadute sopra que' luoghi più alti siano quelle, che le alimentino, facendosi strada a giugnervi sopra quegli strati di pietra, di tufo, di creta, o d' altra simil materia impenetrabile all' acqua, che il Sig. Scheuchzero, e il Sig. Vallisneri stesso con altri hanno osservato trovarsi quasi sempre nell' interna struttura de' monti, e che spesso piegandosi, e inarcandosi da un monte all' altro ponno prestare ufficio come di tanti sifoni per far risalire le acque predette: spiegazione certamente ingegnosa, tuttavolta che tali strati si trovino di quà, e di là fiancheggiati per lo lungo, e chiusi come da due sponde di simil materia non penetrabile dall' acqua, sicchè essa non possa gemere, nè trapelar fuori lateralmente dalle parti più basse di tali sifoni, ma debba per necessità rimontare per essi allo insù per andarsi ad equilibrare colla sua origine.

nome vale per un' elogio intero) ed io pure ho veduto in diversi luoghi, e particolarmente nelle montagne, che dividono lo stato di Milano da quello degli Svizzeri, e Valesani. Si trovano anche diverse Fontane, che ne' tempi più secchi dell' estate profondono l'acqua in maggior' abbondanza, che ne' piovosi, e nell' inverno (*a*), oltre che si sa, che l' acqua delle piogge, e delle nevi non s' insinua regolarmente, che pochi piedi sotto la superficie della terra, scorrendone una gran parte, duranti le piogge più impetuose, ed il gran disfacimento delle nevi, per lo declive de' monti, e per lo dolce pendio delle pianure, senza entrare in minima parte dentro de' pori della terra.

Non si può pertanto negare, che le acque piovane non contribuiscano molto a far' accrescere quella delle Sorgenti; poichè manifestamente si vede, che ne' tempi più aridi molte di esse s' illanguidiscono; ed al contrario, dalle piogge ricevono nutrimento, e vigore; Quindi è, che le acque de' Fonti medicinali, nelle stagioni piovose perdono, o sminuiscono la loro virtù, anzi in vece di essere profittevoli, si rendono nocive. Ma, che l' acqua tutta de' Fonti non riconosca altra origine, che dal cielo; questo è quello, che non pare s' accordi assai bene, nè colla ragione, nè coll' esperienza, non solo per li motivi sopra addotti, ma per altri molti, che portano l' Erbinio nel Libro eruditissimo *de Cataractis*, ed il dottissimo Sig. Bernardino Ramazzini nel suo giudiciosissimo Trattato *De Fontium Mutinensium admiranda scaturigine* (*b*).

Quelli poi, che hanno pensato derivare i Fonti dal Mare, non si sono punto accordati nel descrivere la maniera, con che le acque marine ascendano alle cime de' monti; Poichè (*c*) altri credendo, che la

(*a*) Anche questa difficultà resta tolta di mezzo nel detto libro, e particolarmente nelle annotazioni dell' Anonimo a carte 291., e seguenti, ove si portano diverse sperienze, le quali convincono penetrare l' acqua entro la terra ad incredibili profondità, essendovi fra' terreni non coltivati fenditure, e canali, che cominciano presso la superficie, e s' internano molto addentro, al contrario di quel, che accade nella terra rimossa, e spianata de' campi, di cui solamente la crosta s' imbeve d' umore a poca grossezza.

(*b*) A tutti questi motivi parmi, che sia stato bastantemente risposto nel detto libro, a cui perciò rimetto chi più brama in tal proposito. Soprattutto stimo, che debba fare gran forza, che essendo già fuor di dubbio, che le piogge, le nevi, e tutto il rimanente dell' acqua, che cade da alto, ha qualche parte, anzi ha grandissima parte nell' origine delle fontane, non par ragionevole il non voler riconoscere eziandio tutto il rimanente dalla medesima cagione, almeno finchè non resti positivamente dimostrato, che essa non basti a mantenere quella quantità intera d' acqua, che i fiumi portano, il che per le cose dette troppo è difficile da ridurre a calcolo.

(*c*) Che la superficie del mare sia più alta de' monti può esser caduto in pensiero a chi non essendo istrutto de' principj della geografia non distingue fra un piano tangente la terra, e una superficie veramente orizzontale, cioè concentrica alla terra.

la superficie del Mare sia più alta di qualsivoglia altissimo monte, hanno detto, ciò farsi per la sola legge dell'equilibrio; Ma vacilla il supposto, come ripugnante alla ragione, ed al senso. Altri hanno indotta una circolazione perenne, comandata da Dio nella creazione dell'universo; Il che si ammette, ma per non crederla un perpetuo miracolo, è d'uopo cercare la causa, che la promuove, e mantiene; Onde è, che alcuni hanno avuto ricorso ad una facoltà attrattiva della terra, per mezzo della quale sian tirate le acque dal basso all'alto; ma questa, oltre l'essere impercettibile, non si vede per qual motivo debba cessare, nel permettere, che fa il corso dell'acque per gli Alvei, che le portano al basso. Altri perciò hanno posta in campo una forza di pulsione fatta da' flutti, e reciprocazioni dell'acque sotterranee, o da' venti racchiusi, e compressi nelle caverne de' monti alla maniera, che si formano le Fontane pneumatiche; ma queste cagioni non sem-

---

terra. Ma, che ciò non ostante le acque del mare possano salire fino alle cime de' monti per la sola forza dell'equilibrio, è stata un'ingegnosa riflessione d'uno de' più insigni filosofi, e mattematici del nostro secolo, il Sig. Giovanni Bernulli. Considerando egli, che l'acqua dolce è più leggera della salsa, argomenta, che ove nel profondo del mare l'acqua deponesse come in un colatoio quel sale, con cui intimamente è mescolata, onde passando dolce per li pori della terra, e penetrando poscia per segreti canali, e cunicoli potesse di nuovo risalire a livello della superficie del mare, non si potrebbe già arrestare, nè equilibrare a tal segno, ma ove i medesimi tubi fossero continuati allo insù verso l'alto delle montagne, potrebbe alzarsi dentro di essi finchè nel fianco, o nella cima d'un monte trovasse esito aperto nell'aria. Ma una tale ipotesi è soggetta a difficultà al mio parere insuperabili, che ponno leggersi nelle annotazioni, spesse volte menzovate, alla lezione del Sig. Vallisneri. Si mostra ivi con evidenza quasi geometrica l'impossibilità di tali colatoi in qualunque modo si pretenda, che operino nel separare il sale dall'acqua marina. Si riflette oltre ciò, che non potendo con un simile meccanismo alzarsi l'acqua dolce sopra la superficie della salsa se non quanto porta la ragione reciproca delle gravità specifiche dell'una, e dell'altra, ed essendo le dette gravità prossimamente secondo alcuni come 46. a 45., al più secondo altri come 103. a 100., ne siegue, che la profondità del mare dovrebbe essere almeno 100. di quelle parti, tre delle quali fanno l'altezza sopra la superficie del mare delle cime più elevate, onde sgorghino fonti sopra la terra; onde trovandosene talvolta all'altezza di tre miglia Italiane in circa dovrebbe il mare in qualche luogo esser profondo intorno a 100. miglia: profondità per dir vero troppo incredibile, e lontana da tutte quelle fino alle quali si è potuto esplorare il fondo del mare con lo scandaglio; per tacere, che l'acqua dolce obbligata a montare allo insù per condotti lunghi più di 100. miglia (dopo aver camminato orizzontalmente talvolta più d'altrettanto ad effetto di ridursi a piombo sotto le predette montagne, il più delle volte assai lontane dal mare) non potrebbe in un cammino così lungo, così obliquo, e così pieno d'intoppi qual si può credere, che questo sarebbe, con quella forza, che le imprimesse il solo piccolo eccesso della gravità dell'acqua del mare sopra la sua propria, arrivare, che a gran fatica, e dopo gran tempo a tanta altezza; e giuntavi dovrebbe appena poterne gemere, e trasudar fuori con lentissimo corso, e non con quella vivacità, e celerità di moto con cui si veggono talvolta spicciar fuori gli zampilli delle sorgenti. Altre istanze si ponno leggere nelle allegate annotazioni a carte 152, e seguenti.

sembrano di tanta energia, quanto basta per ispingere l'acqua fino a quella misura, alla quale in fatti sono elevate le cime di alcuni monti sopra la superficie del Mare.

Ha l'ingegnosissimo Descartes apportata un'opinione (a), forse la più probabile, e la più prossima al vero: Suppone egli, che la terra sia, presso che tutta cavernosa, principalmente nelle viscere de' monti (proposizione, che non ammette dubbio veruno, tanti sono i riscontri, che se n' hanno nell'osservazioni della terra). Che di dette concavità, le più basse abbiano commercio, o mediato, o immediato col Mare, cioè a dire, che il Mare vi si porti dentro senza alcun' ostacolo, e senza mutare la qualità delle sue acque; o pure, che queste passando per qualche istmo intermedio di sabbia, o di ghiara, o di argilla, o di tufo, depongano le materie eterogenee ne' loro colatoj, ed entrino più purgate, e più pure nelle cavità della terra; E' poi certo, che questa possiede nelle sue viscere un calore assai sensibile (sia esso originato, o da' fuochi sotterranei, o d'altronde, poco importa) in maniera, che molte volte si vedono scaturire dalla terra acque così calde, che non ponno essere tollerate dalla mano; Siccome dunque si vede agire il calore del sole nelle acque, che si trovano sopra la terra, nella di lei ultima crosta, sminuzzandole in vapori, e facendole ascendere ad una considerabile altezza nell'aria; così egli è probabile, che il calore interno della terra faccia svaporare le acque contenute nelle caverne inferiori, e che i vapori a poco a poco ascendano, sinchè, o sminuendosi l' azione del calore, o conglomerandosi, ed unendosi a forza di un resistente (quale è creduta comunemente la densità, e freddezza de' sassi) degenerino in gocce, e vadano a colare in qualche ricettacolo, dal quale finalmente per le vene della terra, si portino alle proprie scaturigini. In questo passaggio, non è difficile a comprendersi, che i ricettacoli superiori, cioè più vicini alla superficie della terra, possano altresì ricevere l'acque delle piogge, e delle nevi insi-

(a) Non lascia anche questa opinione d'esser soggetta a gravi difficultà, come si può veder nelle note del Sig. Vallisneri alla detta sua lezione. Contuttociò non si vuol negare, che ella non sia la meno assurda fra quelle, che deducono l'alimento de' fonti da una occulta circolazione delle acque del mare per entro le viscere della terra; e quando veramente vi fosse una precisa necessità di cercar qualche ipotesi per supplire al difetto delle piogge nell'uso predetto, a questa, più che ad altra si potrebbe per avventura far ricorso. Darebbe tuttavia grande imbarazzo nel sostenerla un' osservazione fatta dal Sig. Vallisneri, se ella fosse costante, e perpetua, cioè, che non si veggano giammai sorgenti uscire di sotto, ma sempre di sopra a quegli strati de' monti, che sono di materia impenetrabile all' acqua; mentre se gli strati predetti debbono secondo tal'ipotesi servir di lambicchi a' vapori sollevati entro terra, per fermarli, e ridurli in gocciole d' acqua, tutto il contrario si dovrebbe osservare. Veggasi anco intorno a ciò quello, che il Sig. Vallisneri ne ha scritto ne' luoghi accennati.

insinuate, sì per li meati delle terre più porose, sì per le fessure de' sassi, che servono di fondamento al terreno; onde, quanto sono più frequenti, e copiose le piogge, tanto più cresce l'acqua ne' ricettacoli superiori della terra, che più in conseguenza ne somministrano a' Fonti. Questi Recipienti ponno essere, o uno, o molti per grado disposti, nelle loro altezze; e non solo si ponno intendere per cavità, o vasi, che contengano qualche copia d'acqua unita, ed ammassata in un luogo medesimo; ma anche per una sostanza terrea, e porosa, che s'imbeva, riceva, e tramandi gli umori acquosi, o per nuova esalazione alle parti più alte; oppure per insinuazione alle parti più libere, o vuote, o aperte all'aria, come sono le Vasche, o Crateri delle Fontane; Il che posto, non credo, che possa immaginarsi alcuno accidente circa la natura delle Sorgenti, che non si possa esattissimamente con la predetta supposizione spiegare; onde intieramente acquietandoci in essa, passeremo a dedurne l'origine de' Fiumi.

Egli è certo, che tutta l'acqua, che corre dentro gli alvei de' Fiumi, ha origine immediata, o da' Fonti, o dalle nevi liquefatte, o dalle piogge. Sotto nome di Fonti, in questo luogo, comprendo anche i Laghi, Stagni, o Paludi, se queste non abbiano il loro essere dall' influsso de' Fiumi, o Rigagnoli, o altr' acque sopratterranee, ma bensì dalle sole sorgenti; E la ragione si è, che, o il Lago è effetto di una Sorgente sola, ed in tal caso non è egli altro, che la gran Vasca d'una Sorgente, o pure riceve l'acqua da più di esse, ed allora diventa una Vasca sola, comune a più Fonti; ed abbenchè vi siano de' Laghi, che riconoscano il loro mantenimento da più cause, cioè, e dalle sorgenti, e dagl' influssi di altre acque sopratterranee, ed immediatamente dalle piogge medesime; nulladimeno sussiste sempre, che i Fiumi tutti da qualcheduno de' tre principj sopra memorati derivino. Rare volte s'incontra, che da una sola Fonte nasca un Fiume considerabile, ma frequentemente, e per lo più, s' ingrossano i Fiumi per lo tributo, che ricevono, d'altri Rivoli, che da una parte, e dall' altra dentro vi corrono, e nel progresso, anche dall' influsso di altri Fiumi per un singolare artificio della Natura, che ne manda molti ad unirsi insieme, acciò più facilmente possano scorrere al loro termine, come a suo luogo si dirà.

Secondo le diverse circostanze comunicano i Fiumi per li pori della terra una porzione dell' acque proprie alle parti vicine; ora da queste per la medesima strada ricevono qualche piccolo tributo, vedendosi molte volte uscire dalle sponde de' Fiumi minutissimi zampilli di acqua, e ciò succede ne' casi, che la superficie de' Fiumi sia più bassa notabilmente, che 'l piano del terreno contiguo, e che questo sia ben pregno d' umo-

d' umore somministrato o dalle piogge, o d' altronde; Nè v' ha dubbio, che il fondo de' Fiumi, se è di sostanza penetrabile dall' acqua, secondo la diversa altezza del di lei corpo, che sostiene, non ne riceva in qualche abbondanza, e che la trasmetta a poco a poco, lungo l' andamento del Fiume medesimo al Mare; poichè egli è certo, che ne' fiumi temporanei, i quali l' estate lasciano vedere il loro fondo asciutto, ogni poco di fossa, che si scavi, diventa una sorgente; e scavandone molte, queste hanno la loro superficie disposta in una certa pendenza parallela a quella, che gode l' alveo del fiume; segno evidente di qualche corso sotterraneo. Molto più è manifesto il corso de' fiumi sotterranei, quando in tutto, o in parte, essi si precipitano nelle voragini, che incontrano, e dopo qualche tratto, di nuovo escono alla luce; poichè di questi egli è certo, che trovano sotto terra alvei, e laghi, per li quali si portano al luogo del nuovo sboccamento. Per fine non si può negare, che i fiumi non ricevano anche l' acque delle piogge, che dentro vi cadono; perchè, siccome da queste si accresce l' acqua ne' laghi, negli stagni, e nel mare, così niuna ragione vuole, che le medesime non somministrino anche qualche debole alimento al corso de' fiumi.

CAPITOLO TERZO.

Della divisione de' Fiumi, loro parti, attenenze, e denominazioni.

Sin quì ci siamo serviti del nome in generale; ora è necessario di conoscere più distintamente le differenze de' fiumi; le parti, che li compongono, e tutte le cose concernenti ad essi, insieme con le denominazioni proprie di tutti, per non avere obbligo in avvenire, di servirsi di perifrasi, e per potere in poche parole spiegare ciò, che occorrerà.

Le acque dunque, che corrono per la superficie della terra, esercitano il loro moto dentro una cavità distesa per lunghezza, dal principio superiore del suo corso, fino al fine, e si chiama *alveo*, *letto*, o *canale*. La parte inferiore dell' alveo, cioè quella, ch' è premuta dal peso dell' acqua, si chiama *il fondo*; e le parti laterali, le quali contengono l' acqua ristretta, e sollevata di superficie, a qualche altezza, si chiamano *sponde*, o *ripe*.

Ponno essere queste, o naturali, o artificiali: *Naturali*, quando non hanno ricevuto il loro essere dalle operazioni degli uomini, ed *artificiali* all' incontro; Le *sponde naturali* sono pure di due sorte, poichè

chè o la natura le ha formate scavando il terreno, come sono quelle de' fiumi, che corrono fra terra, e queste saranno dette da noi *sponde naturali per escavazione* (*a*), ovvero alzando le parti laterali al corso dell' acqua colle deposizioni del limo, e queste le chiameremo *sponde naturali per alluvione*. Le artificiali ponno essere di diversa natura, secondo la qualità dell' artificio, e della materia, ma per lo più si chiamano *argini*, cioè, quando sono formate di terra ammassata insieme, ed elevata a tanta altezza, che basti a sostenere la maggior' escrescenza dell' acque.

La diversa disposizione delle ripe è cagione della loro diversa denominazione; attesochè, se la ripa è perpendicolare all' orizzonte, si chiama *piarda*, che può essere *bassa*, *alta*, o *mezzana*, secondo che il sito perpendicolare si trova all' alto, al mezzo, o al basso della ripa medesima. *Ripa* semplicemente si dice, quando con una mediocre pendenza va a posarsi sul fondo del fiume; ma se questa pendenza s' avanzasse dentro l' alveo del fiume considerabilmente, ed in maniera, che si mettesse insensibilmente sotto l' acqua, spingendo il corso dalla parte opposta, si nomina *spiaggia* (*b*); ed *alluvione*, qualvolta, pure insensibilmente crescendo, arriva a formare nuova sponda al fiume, distinta dalla precedente.

I fiumi, che hanno bisogno d' argini, hanno anche, per lo più, distinte le sponde in più parti, osservandosi, che tra gli argini (che sono l' ultime sponde destinate a contener l' acqua nella sua maggior altezza) sta disteso un canale, che propriamente si dice *alveo del fiume*, con le sue ripe non tanto alte, che nell' escrescenze non siano sormontate. Tutto il terreno, che sta fra detta ripa, e l' argine (*c*), si chiama

(*a*) Quegli alvei de' fiumi, che hanno le sponde di questa sorta, si veggono per lo più averne due diversi ordini, cioè due piani con loro scarpe tanto dall' una quanto dall' altra parte del fiume; de' quali piani l' inferiore chiamasi *ripa bassa*, e fra queste ripe si contiene l' acqua ordinaria del fiume; e l' altro *ripa alta*, e queste limitano l' espansione delle massime escrescenze, se pure il fiume non fosse inondante. Mancano tuttavia alle volte le scarpe tanto all' una quanto all' altra ripa; anzi mancano spesse volte affatto le ripe basse ristrignendosi ivi il fiume, ed avvicinandosi fra loro le ripe alte a terminarne la larghezza in ogni stato d' acqua.

(*b*) Simili spiagge si denominano eziandio *greti*, o *renai*, i quali nomi convengono tuttavia anco a que' ridossi, che sono affatto staccati dalle ripe, e come in isola dentro il letto del fiume, ma, che restano coperti nelle piene di questo, e in lingua latina si denominano *pulvini*, e in toscana *capezzali*.

(*c*) Quelle, che quì si chiamano golene diconsi ancora in questi nostri paesi *marezane*, e *restare* [usandosi particolarmente quest' ultimo nome quando esse servono di strada ad uomini, o cavalli per tirar le barche allo insù coll' alzaja] e in toscana *banchine*, e sono proprie di quegli alvei, che sono prodotti per alluvione, prestando in essi l' uficio, che prestano le ripe basse in quelli, che sono fatti per escavazione Se l' alveo fatto per alluvione, dopo di essere stato arginato non

si è

ma *golena*, o *banca*, o *ghiara*, abbenchè questi due ultimi nomi abbiano anche altra significazione; Dopo questa, immediatamente siegue il *piede dell' argine*, la cui pendenza dalla parte della golena si chiama *scarpa interiore*, e quella dalla parte della campagna *scarpa esteriore*; siccome si chiama *piano dell' argine* la parte superiore di esso, e *base dell' argine* la somma delle due scarpe, e del piano; e *ciglio dell' argine* l'angolo, che forma la scarpa dell'argine col piano di esso.

Il corso, che hanno i fiumi per li loro alvei, non è in tutti i luoghi uniforme, e si osserva, che la maggiore velocità cammina, regolarmente, a seconda della maggior profondità, in maniera, che dove il fondo è più basso, ivi maggiore è la velocità; dove più alto, ivi minore, e questa parte più veloce si chiama *filo*, o *filone*, e da alcuni *spirito del fiume*, e da altri *testa*, o *via dell' acqua*, e si conosce dalle materie, che galleggiano sopra l' acqua, le quali a lungo corso, sono portate tutte ad unirsi, dove l' acqua è più veloce. Ne' fiumi, che sono distesi in linea retta, trovasi il filone nel mezzo, ma in quelli, che descrivono linee curve, s' accosta, ora alla destra ripa, ora alla sinistra, secondando il giro del fiume, ed è causa, che quelle ripe, alle quali esso s' accosta considerabilmente, si chiamino *botte*, e queste sono nella parte concava della curvità; e quelle di rincontro, dalle quali il filone si scosta, sono dette *spiagge*, come di sopra si è accennato. Le botte, o resistono alla corrosione delle ripe, o no; se resistono non cambiano nome, ma, se cedono, acquistano quello di *botte corrose*, o *corrosioni* (*a*), che sono differenti, secondo la diversa situazione, che acquista la ripa, denominandosi *piarde*, secondo la già detta significazione, o *froldi*, se per la corrosione avanzata, si tolga la ripa della golena, sottentrando l'argine a fare l' ufficio della sponda intiera, onde per differenza constitutiva di ciò, ch' è significato con questo nome, basta, che il piede dell' argine sia bagnato dal fiume in acqua bassa: Che se poi fosse an-

si è sollevato in maggior' altezza, allora il piano delle golene è eguale a un dipresso al piano di campagna, che immediatamente è fuori degli argini, e tale è eziandio in questo supposto in quegli alvei, che sono stati scavati a mano per condurvi un fiume, perocchè allora si fa servir di golena appunto quello spazio di campagna, che si lascia fra l'argine, e la ripa. Ma se il fiume si è alzato, dopo che egli è munito d'argini, i piani delle golene saranno regolarmente più alti del piano contiguo della campagna, perciocchè all' alzarsi del fondo si rialzano eziandio le golene dalle alluvioni, onde è, che il vedersi le golene più alte della campagna può dare indizio di alzamento seguito del fiume. Egli è ben vero, che i piani delle golene sono assai irregolari di altezza, ed anco di positura, trovandosi ora orizzontali, ora inclinati, e per lo lungo, e per lo traverso, e massimamente ne' fiumi tortuosi; benchè la loro natural costituzione dovesse essere di aver per lo lungo la stessa pendenza del fondo, e per lo traverso un poco d' inclinazione verso l' acqua.

(*a*) Le corrosioni de' fiumi sogliono in Toscana denominarsi col vocabolo di *rose*, o *lunate* come il Sig. Viviani le chiama.

se anco corroso, allora chiamerebbesi *froldo in corrosione*, o *argine corroso*.

Le differenze de' fondi sono, che questi si chiamano, o vivi, o morti: *fondo vivo* è quello, che avrebbe il fiume, se l'acqua corresse uniformemente in tutte le sue parti, e questo si disporrebbe in uno, o più piani &c. secondo le diverse circostanze, come a suo luogo si dirà; Ma il *fondo morto* è di due sorti, cioè, o più basso del fondo vivo, e si chiama *gorgo*; ovvero più alto, e se è laterale al filone, si chiama *spiaggia*, attesochè questo nome è comune alle ripe, ed al fondo, come che partecipa, e dell' uno, e dell' altro; ma se occupa tutto il fiume da una ripa all' altra si nomina *dosso*, *o secca* (a). Perciò *morta di fiume* si dice quell' alveo, che resta, quando il fiume si muta di letto, o a caso, o per arte; abbenchè anche l'acqua vi corra, purchè altrove sia divertito il di lui corso principale, e *mortizza*, quando lascia di corrervi l'acqua in maniera, che il fondo resti fangoso, o pantanoso: si chiama anche *fiume morto* un' alveo abbandonato dall' acqua corrente, sia esso ridotto, o no, a coltura; o pure incapace di esserlo.

Questi alvei dunque, che intersecano, e solcano la superficie della terra si chiamano col nome generale di *fiume*, abbenchè questo, più propriamente, convenga all' acqua, che dentro vi scorre: sono però da notare alcune differenze, che talvolta aggiungono, o mutano le denominazioni, poichè le picciole acque per lo più originate da' fonti, si chiamano *rivi*: L' unione di diversi rivi si dice *fiumicello*, e l' unione di più fiumicelli diventa *fiume*. Se l' acqua di questi è continua, in maniera, che mai non si scopra il fondo del tutto, si chiama *fiume perenne*; ma se qualche volta accade, che resti affatto asciutto si nomina *fiume temporaneo*. Fra' perenni ve ne sono di quelli, che sono navigabili, o continuamente, o interpolatamente; o per natura, o per arte; I latini chiamavano *amnes* que' fiumi, che sono navigabili da picciole barche; e *fluvij*, o *flumina* quelli, che godono tal larghezza, e profondità di acqua da sostentare barche mediocri, e maggiori. Fra' fiumi temporanei si contano i *torrenti*, quelli cioè, che portano le acque sole, che immediatamente ricevono dalle piogge, o dal disfacimento delle nevi; e ad essi si attribuisce principalmente una rapidità, e velocità impetuosa, ed un crescere, e scemare improvviso a misura della durazione, ed abbondanza delle piogge medesime.

L' unione di due fiumi si chiama *confluenza*; e *fiume tributario* quello, che nell' unirsi perde il suo nome, accomunandosi quello dell' altro, il quale, se sarà navigabile, e porterassi a sboccare nel mare, dirassi *fiume reale*. Hanno

(a) Simili *dossi*, o *ridossi*, che occupino tutto il fiume da una ripa all' altra, succedono ove l' alveo di esso, o si dirama, o si allarga, come nota l' Autore nel corollario 4. della prop. 3. del capo 5.

Hanno in oltre i fiumi alcune differenze prese dalla condizione del proprio fondo, e dalla correlazione, che ha questo col piano delle campagne contigue. Se il fondo del fiume è ghiaroso, o sassoso, si dice *fiume in ghiara*; se arenoso, si dice *fiume in sabbia*; se paduloso, si dice *fiume paduloso*; Se il piano delle campagne è tanto alto, che le piene maggiori del fiume non arrivino a toccarlo, si chiama *fiume incassato*; se no, e che vi siano argini al fiume per sostenere le piene, si dice *fiume arginato*, o in tutto, o in parte; e mancandovi gli argini, dimodochè le piene si portino ad inondar le campagne, si chiama *fiume inondante*.

Sbocco, *bocca*, o *foce di un fiume* si chiama quel sito aperto per lo quale esce dall' alveo proprio, siasi col mettere le sue acque in altro fiume, o nel mare, o altrove: Con li due primi vocaboli però s' intendono, comunemente, le uscite di tutti i fiumi anche tributarj: ma il nome di *foce* più propriamente, secondo alcuni, si dice de' fiumi reali, quando entrano in mare. Se un fiume divide il proprio alveo in due, o più, allora ognuno di essi si dice *braccio*, o *ramo*; e se per tal divisione moltiplicata si perda l' alveo, allora ognuno de' detti rami piccioli, che sregolatamente si formano, si chiama *riazzo*, o *rivazzo*, o *rivolo*, secondo ch' egli è maggiore, o minore: E l'angolo fatto da due braccia di fiume sul dividersi dicesi *divaricazione*, o *bivio*.

Isola è il terreno racchiuso fra due braccia del fiume medesimo, le quali dipoi tornino ad unirsi in un alveo solo, il piano superiore del quale, se sarà tant' alto, che sopravanzi le piene maggiori, allora si dice propriamente *isola fluviale*, a differenza delle marittime; ma se non sarà tant' alto, si dice più propriamente *bonello*, e ciò, particolarmente, s'egli è formato dalle alluvioni del fiume (*a*): Che se le braccia, o rami del fiume, dopo la divaricazione, non si uniscano più, ma portino le loro foci separatamente al mare, in tal caso il terreno di mezzo si chiama *polesine* (*b*).

(*a*) Queste isole, che s' intendono sotto nome di *bonelli*, e da altri di *mezzani*, pare, che propriamente ricevano tali denominazioni quando siano sì rare volte coperte dall' acqua del fiume, che possano ridursi in coltura, o che almeno si vestano d'erbe, e virgulti; perocchè quando non sono, che una massa di ghiaja, o d'arena, o al più vi allignano solamente vetrici, ed altre tali piante, passano più propriamente sotto il nome di dossi, di renai, o di greti, ancorchè siano affatto staccati dalle ripe, e presi in mezzo fra due braccia di esso fiume. Può darsi, che per li cangiamenti di corso, che succedono anche naturalmente ne' fiumi, e specialmente di prolungamento, o di raccorciamento della linea, un' isola fluviale torni a ridursi alla condizione di renajo, o al contrario un semplice renajo divenga isola, e ciò particolarmente dove i fiumi corrono in ghiaja, come si vedrà nell' annotazione XI. del c. 6.

(*b*) Credesi questo nome derivato, e corrotto dal greco *polinesi*, che significa *molte isole*. Molti amplissimi, e fertilissimi spazj di terra sono fra le braccia del Pò, a' quali conviene tal nome, anzi tutto, o quasi tutto il Ferrarese non è, che un' aggregato di polesini.

Accade sovente, che partendosi l'acqua dalle proprie fonti, non comincia ella a scorrere a stille, ma si raguna in qualche vaso naturale, o artificiale, prima di cominciare il suo corso sensibilmente; e questo vaso si chiama *vasca*, o *cratere*, o *ricettacolo del fonte*, siccome anco *capo*, o *testa d'acqua*.

Colla stessa significazione, ponno anco chiamarsi *crateri di uno*, o *più fonti*, quelle congregazioni di acque, che si chiamano *laghi*; ma per godere con proprietà di questo nome v'è necessario una considerabile estensione, ed una conveniente profondità; Quindi è, che i laghi alle volte sono origine de' fiumi; ed alcune altre sono figli de' medesimi, qualunque volta, cioè, corre un rivo, o fiumicello, o fiume dentro una cavità cieca, nella quale vi è bisogno, che l'acqua notabilmente si elevi, per poterne uscire; Egli è ben vero, che molte volte s'incontra, che la profondità del lago non serve per solo ricettacolo al fiume entratovi, ma li somministra in oltre nuov'acqua per le proprie vene; ed all'incontro, anche qualche volta, ne disperde, e consuma; lasciandola uscire dalle rime, o voragini del proprio fondo, e somministrando nuova materia alle fontane, o sorgenti più basse. Quel lago, che si conserva per le proprie sorgenti, e non tramanda fuori di se medesimo le proprie acque, si dice *lago chiuso*; ma, se ne riceve delle forestiere, o tramanda le proprie, o le ricevute, si dice *lago aperto*; ed il luogo, per lo quale escono l'acque, chiamasi *emissario*, o *incile* (a); e quello, per lo quale entrano, si potrebbe dire *immissario*. Le altre espansioni di acqua sopra la superficie della terra, che non hanno immediata comunicazione col mare, si chiamano *stagni*, *paludi*, o *lagune*. Gli *stagni*, o *paludi* sono acque di poco fondo, e perciò gli stagni l'estate s'asciugano, e sono fatti dalle piogge: Le *paludi* non si seccano affatto in tutto il corso dell'anno, e sono conservate dalle inondazioni de' fiumi, o dall'ingresso di qualche fiumicello, o torrente (b): Le *lagune* poi sono fatte dalle acque marine separate dal mare, col mezzo degli scanni, o staggi d'arena, col quale hanno solo la comunicazione, o per canali, o per aperture determinate, dalle quali sono ricevute le acque predette nel flusso, e tramandate nel riflusso.

Cadendo l'acqua d'un fiume da qualche luogo alto precipitosamente al basso, in maniera, che l'alveo superiore sia considerabilmente

(a) Il nome d'*incile* pare, che strettamente si soglia attribuire agli emissarj artificiali più, che a naturali, come a quelle chiaviche dette dai latini *castella* per li quali si deriva artificialmente dal fiume qualche quantità d'acqua.

(b) Ancorchè l'estensione delle paludi [che presso di noi più comunemente si denominano *valli*] scemi in tempo d'estate, e di scarsezza d'acqua, nulladimeno tutto quel ricinto, che in acque alte rimane inondato, o anche solamente inumidito, e però incapace di perfetta coltura, suol dirsi *padule*.

te più alto, che l'immediatamente inferiore; tale caduta si chiama *cataratta*, o *catadupa*, come sono quelle del Nilo, del Reno, e del Danubio &c., e queste sono, o naturali, o artificiali; Queste ultime si chiamano anche *chiuse*, *pescaie*, *traverse*, o *sostegni* (a), e servono per far'alzare l'acqua nella parte superiore del fiume, o per derivarla, o per servirsene ad uso di navigazione, o per far muovere diverse macchine idrauliche.

Le acque derivate, o cavate da un fiume, o da un lago, scorrendo regolatamente per alveo proprio aperto di sopra, si chiamano *canali*, o *acquedotti*; ma più propriamente *acquedotto* si dice, quando l'acqua si fa correre chiusa, come dice Frontino.. *aut per cuniculos subterraneos, aut opere arcuato*.

Per fine l'unione delle acque piovane, che scolano dalle pianure ne' fossi; e da questi in piccioli alvei si chiamano *condotti*, *scoli*, *discursorj*, o *tratturi* (b), e sono come piccioli fiumicelli formati nelle pianure, e per lo più manufatti, che vanno a terminare o in fiumi, o in paludi, o nel mare; Ed ultimamente col nome di *fossa*, o *cavo* s'intende un'escavazione fatta in lunghezza, che contenga, o sia atta a contener' acqua stagnante, o per uso di navigazione, o per difesa di Città, e Fortezze &c.

CAPITOLO QUARTO.

Del principio del moto nelle acque correnti, e delle regole di esso più principali.

DOpo di avere, ne' tre soprapposti Capitoli, dichiarato abbastanza tutto ciò, che si è creduto necessario, tanto per istabilire un sodo fondamento al presente trattato, quanto per erudire chiunque ha in animo di professare la materia delle acque; egli è ormai tempo, che insinuandoci più a dentro nella parte dottrinale, ci mettiamo a cercare, quale sia la causa principale del moto nelle acque correnti, o ne' fiumi.

(a) E in Toscana anche *leghe*, *serre*, e qualche volta *steccaie*, o *steccate*, credo principalmente quando sieno fabbricate senza muro, di sole palificate, e tavole.

Il nome di *sostegni* benchè possa adattarsi a tutte le chiuse, comunemente si attribuisce a quelle fabbriche, che sostengono l'acqua per frenare la rapidità del suo corso ad uso di navigazione.

(b) In qualche luogo di Lombardia vengono anche detti *ferie*, o *feriole*, e nella campagna di Roma, ed altri luoghi circonvicini si sogliono chiamare *forme*, *formoni*, o *formali*: nome ritenuto dall' antico latino con cui gli scolatoj de' campi si chiamavano *forma agrorum*.

Che *il moto delle acque sia effetto della gravità*, si renderà manifesto a chi semplicemente farà riflessione, che l'acqua egualmente con gli altri gravi solidi, tende verso un centro, a questi, e ad essa comune; quindi ne nasce, che o consistendo la gravità in una naturale inclinazione, che ha la materia tutta elementare di tenersi strettamente unita al globo terraqueo; oppure dipendendo la medesima da un' impeto impresso a tutte le menome particelle materiali, dalla sostanza eterea; è d'uopo credere, che congenea alla gravità de' solidi, sia anche quella de' fluidi, e che con le medesime regole operi in ispignere al basso e gli uni, e gli altri.

E' però vero, che le diverse affezioni de' corpi, siccome variano le proprietà di essi; così fanno, che, in alcuni casi, *diversamente si esercitino le impressioni ricevute dalla gravità*; onde non è maraviglia, se alcuni hanno creduto, non potersi adattare a' corpi liquidi, le regole dimostrate dal Galileo, circa le cadute de' gravi, vedendo, che queste non riescono sempre così precise, come ne' solidi. Quindi è, che, per potere camminare con piè sicuro, sarà bene, prima di ogn' altra cosa, di considerare tutto quello, in che convengono, e disconvengono le leggi delle cadute de' solidi, e de' fluidi.

E' dimostrato dal Galileo, che *un grave, il quale discenda liberamente per una linea perpendicolare verso il centro de' gravi, avrà in ogni punto della linea, che descrive, tali velocità, che tra loro saranno in proporzione subduplicata*; o, che è lo stesso, dimidiata *di quella, che hanno le lunghezze delle discese computate dal principio della caduta*. (*Fig. 8. Tav. VI.*) Per esempio, se il grave A comincerà a discendere dal punto A, e col suo centro descriverà la linea AB; anderassi da A in B, sempre accrescendo la velocità, in maniera, che la velocità, ch' egli avrà in C, a quella, che avrà in B, sarà in proporzione subduplicata delle discese AC, AB; ovvero (che torna il medesimo) le discese AC, AB staranno fra loro in proporzione duplicata delle velocità in C, ed in B, ovvero, come i quadrati delle velocità predette.

Esponendo adunque le velocità in C, ed in B per due linee rette, perpendicolari alla AB, ed allungandole in D, ed E, di maniera, che i loro quadrati abbiano la medesima proporzione, che ha AC, ad AB; saranno i punti E, D, in una linea parabolica, il cui vertice sia A, e l'asse AB, essendo una delle principali proprietà di essa linea, che le semiordinate CE, BD abbiano la proporzione subduplicata, o dimidiata delle saette AC, AB. Quindi è, che, per avere un' idea di tutti i gradi di velocità, per li quali passa un grave cadente dall' alto al basso, basta dal principio della caduta descrivere una parabola, che abbia per asse la perpendicolare, ch' egli ha da descrivere;

re; poichè allora le linee tutte tirate da ogni punto di essa perpendicolare, e terminate alla circonferenza parabolica, purchè ad angolo retto con la AB, esprimeranno ciascheduna la velocità, che avrà il grave nel punto, che ad essa appartiene.

Che *se un grave A, in vece di cadere per la perpendicolare AB, sarà obbligato a discendere per lo piano inclinato AC; in ogni punto della sua discesa, come in D, avrà quel grado di velocità, che avrebbe cadendo da A verso B, arrivato che fosse al punto E (Fig. 9. Tav. VI.), cioè a quello, nel quale la linea AB è tagliata dall' orizzontale DE*, e similmente in C avrà quella velocità, che avrebbe cadendo da A in B. Quindi è, che in due maniere si possono esprimere le velocità del grave discendente per lo piano AC; cioè, o descrivendo la parabola BAG circa l' asse AB, oppure l'altra parabola CAI circa l' asse CA; nell' una, e nell' altra delle quali, le semiordinate mostreranno la proporzione delle velocità ne' punti corrispondenti.

Tutto ciò è vero, ogni volta, che il grave discenda, senza che alcuna cosa gli resista; e perciò *le proposizioni predette non ponno esattamente verificarsi, che rispetto ad un grave, che cada per un mezzo non resistente*, se pure si ritrovi; ovvero nel voto, se in esso si desse la gravità, e la discesa de' gravi. Ma nelle cadute, che appresso di noi si osservano, come che esse, per lo più, si fanno nell' aria, non può la detta proporzione avere il suo intiero, ma resta qualche poco alterata; attesochè, ostando l' aria (per la sua grossezza, e per la repugnanza, che ha all' essere divisa) al moto de' corpi, assume in se una parte dell' impressione, ed altrettanta ne leva al mobile; e perciò non può la gravità imprimere ne' gravi cadenti, tutto quel grado di velocità, che per altro loro darebbe; levata che fosse la resistenza del mezzo.

Restano dunque *in fatti le velocità qualche poco minori di quello, che richiede la natura della parabola*, della quale essendo una proprietà, che, dividendosi l' asse in segmenti eguali, e tirandosi per le divisioni, le semiordinate, non siano le differenze di queste, eguali in ogni parte, ma bensì maggiori, quanto più le semiordinate predette sono vicine al vertice della parabola; ed essendo la resistenza dell' aria sempre la medesima, se non maggiore, quanto più violento è il moto; ne segue, che sul principio della caduta, può darsi il caso, che l' effetto della resistenza dell' aria sia insensibile; e per conseguenza rimanga manifestissimo l' acceleramento, anche sensibilmente, nella proporzione accennata, ma che (*a*) *dopo un certo spazio di discesa* (quando, cioè,

(*a*) Stimò l' Autore col Galileo, che il moto de' gravi cadenti per l' aria si riducesse dopo qualche tempo all' equabilità. Ma quì è da avvertire, che sebbene nella discesa di ciascun corpo si può figurare un grado di celerità massima, oltre la qua-

cioè, la differenza delle velocità sia resa minore) *la resistenza dell' aria cominci ad operare sensibilmente, finchè, pareggiando essa la forza accelerante, impedisca, che la velocità più s' accresca, e perciò da lì avanti il moto si renda equabile.*

Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi, che nel progresso della caduta di un grave, la resistenza dell' aria si accresca secondo qualunque data proporzione; dimodochè, in vece, che le linee esprimenti i gradi della velocità, (*Fig. 9. Tav. VI.*) cadano co' loro estremi nella linea parabolica AHMI, (come porterebbe la natura del moto accelerato) restino accorciate, e terminino alla curva APNO, la quale anderà sempre scostandosi dalla parabolica, secondo la proporzione degli eccessi, o differenze fra le velocità non impedite, e le impedite. Per cagione dunque della discesa, le velocità sempre si accrescono; e corrispondentemente, a cagione della resistenza dell' aria, sempre si diminuiscono. Ma perchè le differenze delle velocità libere DH, LM, CI, appartenenti a' punti dell' asse D, L, C presi a distanze eguali DL, LC (che devono intendersi infinitamente picciole) sempre sono minori, cioè IO minore di MN; ne segue, che l' aumento della velocità verrà a farsi una volta sì picciolo, che la resistenza dell' aria, resa sempre maggiore, verrà a pareggiarlo; e per conseguenza potrà impedire ogni ulteriore accelerazione: Ciò posto, perchè la resisten-

---

la quale mai non possa aumentarsi il suo moto, pareggiandosi allora la forza della gravità alla resistenza del mezzo, e con ciò distruggendosi la forza accelerante, che consiste nell' eccesso di quella sopra questa [e tal velocità massima sarebbe quella, che per l' appunto basterebbe all' aria, o al vento, che si facesse soffiare allo insù, per tener sospeso quel corpo, senza che potesse cominciare a discendere] nulladimeno non può giammai la velocità del corpo cadente arrivare a quel tal grado, se non dopo un tempo infinito, come dopo l' Ugenio, il Leibnizio, e il Cavalier Neuton, hanno dimostrato altri moderni mattematici, e specialmente il Sig. Varignon, almeno in tutte quelle ipotesi, che loro è caduto in mente di esaminare intorno alla legge delle resistenze, cioè al rapporto di esse colle velocità; onde siegue, che i gravi mai non possano giugnere in virtù della resistenza dell' aria al moto equabile, ma perpetuamente debbano andarsi accelerando, comecchè tale accelerazione si riduca a poco a poco ad essere insensibile.

Ciò non ostante vedremo nelle note seguenti, che la supposizione presa dal nostro Autore niente deroga nella sostanza alla dottrina, che egli espone appresso, intorno al corso delle acque; e molto più, perchè nella presente materia non tanto fa d' uopo considerare la resistenza dell' aria [che poco, o nulla ha che fare col corso de' fiumi ne' loro alvei] quanto le altre resistenze, che dipendono dagli ostacoli, che s' incontrano nelle ripe, e nel fondo, e da simili impedimenti, i quali nelle cadute de' corpi solidi, che sdrucciolassero lungo que' piani, basterebbero talvolta non pure ad impedire l' accelerazione, ma come l' esperienza dimostra, a rallentarne positivamente il moto, ed anco a spegnerlo affatto; e lo stesso seguirebbe ne' fluidi, se questi nell' accumularsi, che fanno pel loro ritardamento, non trovassero modo di superare gl' impedimenti, come più sotto si spiega in questo medesimo capo.

sistenza dell'aria non cresce per altra cagione, che per l'accrescimento della velocità nel mobile; non crescendo più questa, nè meno si aumenterà quella: e però, pareggiata l'energia dell'acceleramento con quella del resistente, continuerassi bensì la discesa, ma col ritenersi il grado di velocità acquistato; e perciò il moto si ridurrà all'equabilità.

Vi è anche un'altra cagione, oltre la predetta, del moto equabile, al quale finalmente si devono ridurre i gravi cadenti; e si deduce dal considerare, che il Galileo, assume per principio della sua dottrina del moto accelerato, che *i gravi cadenti aggiungano a loro medesimi in tempi eguali, gradi di velocità eguali*; ed essendo sentimento assai ragionevole, che gli sforzi della gravità non provengano da una forza intrinseca ad essi; ma bensì da una potenza esterna; acciocchè questa operasse sempre della medesima maniera nel mobile, sarebbe necessario, ch'essa lo trovasse nel secondo tempo nelle istesse condizioni del primo; dimanierachè la potenza motrice avesse sempre la medesima proporzione alla resistenza del mobile in ogni tempo. Ciò però non può essere, se non si suppone la potenza movente infinita, perchè in tal caso, qualunque fosse la velocità del mobile, si dovrebbe esso considerare, come in una perfetta quiete; ma supponendo la forza predetta finita, egli è evidente, che questa, alla resistenza del mobile quieto, avrà una proporzione, che non potrà avere al medesimo, quando esso sarà costituito in qualche grado di velocità; e perciò meno aggiungerà nel secondo tempo, che nel primo; meno nel terzo, che nel secondo &c., e finalmente *non potrà mai imprimere nel mobile, velocità maggiore di quella, che la medesima forza possiede*; dal che ne viene, che *giunto, che sarà il mobile a quel grado di velocità, che non può accrescersi; necessariamente sarà ridotto all'equabilità, ancorchè il moto s'intenda libero da ogni resistenza*. Egli è però vero, che la forza producente la gravità, può essere tanto grande, che, non ostante che ella sia finita, abbia sempre sensibilmente la medesima proporzione al grave, o in quiete, o in moto che sia; nel qual caso la dottrina dell'acceleramento de' gravi, non riceverebbe alcuna sensibile alterazione, come in fatti si vede corrispondere assai esattamente all'esperienze, che se ne fanno.

Supposta dunque la stessa dottrina, egli è chiaro, che *se il moto de' gravi potesse farsi nel voto; i corpi più, o meno gravi che fossero, caderebbero colla medesima velocità, e passerebbero per li medesimi gradi di accelerazione*; posciachè essendo la materia di tutti i corpi omogenea, ed essendo la forza, che la spinge al basso, la medesima, di tutta l'altra materia; sarebbero tutte le parti di essa nel principio della caduta affette dalla medesima potenza; e non potendo nel voto diversificarsi il moto per alcuna resistenza, non vi sarebbe alcuna ragione, per

la quale la caduta d' un corpo doveſſe farſi d' una maniera diverſa da quella di un' altro. Ma, come che tutti i moti ſi fanno dentro qualche mezzo fluido, dipendono molto dalla condizione di quello le affezioni de' moti medeſimi.

Concorre perciò al farſi d' una caduta per l' aria l' eccesso della gravità ſpecifica del mobile ſopra quella dell' aria; poichè egli è certo, che il fuoco men grave di eſſa, non diſcende, ma aſcende, e così *il legno galleggia ſull' acqua, perchè il di lui peſo ſpecifico è minore di quello dell' acqua medeſima*; e la ragione ſi è, che il fluido toglie tanto di peſo aſſoluto al corpo, quant' è il peſo, pure aſſoluto, d' una mole del fluido eguale a quel corpo; e perciò, quando il mobile è ſpecificamente meno grave del fluido, ha il fluido per diſcendere al baſſo più d' energia, che non ha il mobile; e conſeguentemente lo sforza ad aſcendere, o non gli permette di diſcendere: e così *quando ſiano eguali i peſi ſpecifici, non ſuccederà nè aſceſa, nè diſceſa*; ma bensì, facendoſi l' equilibrio, conſiſterà il mobile egualmente in tutti i luoghi del fluido. Ma *quando la gravità ſpecifica del corpo è maggiore di quella del mezzo, allora eſſo diſcende, come ſe foſſe un corpo di peſo aſſoluto tanto minore, quanto vale la mole predetta del fluido*, e perciò, come che il peſo aſſoluto maggiore, o minore de' corpi non influiſce punto in renderli più, o meno veloci, come ſi è ſpiegato di ſopra; ne naſce, che *ne' gravi cadenti nè meno ha luogo per fare l' accelerazione diverſa il maggiore, o minore peſo ſpecifico*.

Ben' è vero, *che il maggior peſo aſſoluto de' corpi compone una maggiore potenza di ſuperare le reſiſtenze, che loro s' oppongono*, e la ragione ſi è, che ricevendo tutti i minimi della materia, eguali le impreſſioni della gravità; quanto più di numero eſſi ſono (che è lo ſteſſo, che dire, quanto maggiore è la loro gravità aſſoluta) tanto maggiore è il momento, col quale eſſi ſpingono i corpi, che incontrano; e conſeguentemente tanto più facilmente ſuperano le reſiſtenze: il che ha luogo molto più ne' ſemplici conati della gravità, che ne' moti accelerati.

Egli è anche vero, che *ſe la mole de' corpi ſarà grande, grande altresì ſarà la reſiſtenza, che eſſi riceveranno dal fluido, dentro il quale ſi muovono*; e perciò maggiormente reſiſte l' aria al moto di una sfera, v. g. di ſei libbre, che ad una di tre; ma ſe ſi avvertirà, che *i peſi aſſoluti ſono proporzionali alla materia, ed a' corpi, cioè*, intendendoli ſotto figure ſimili, *in proporzione triplicata de' lati omologhi*, e che *la ſuperficie* degl' iſteſſi, dalle quali ſono regolate le reſiſtenze, *ſono tra loro in proporzione ſolamente duplicata de' lati medeſimi*; facilmente ſi dedurrà, che creſcendo le forze di ſuperare le reſiſtenze più di quello, che all' accreſcerſi della mole, e del peſo, s' aumentino le dette reſiſtenze; *ſe maggio-*

maggiore sarà il peso assoluto del grave, maggiore anche sarà la forza di esso per superare la resistenza dell' aria. Quindi è, che i *corpi di poco peso, ma di superficie assai grande, cadendo da alto, giungono all' equabilità del moto, molto più presto di quello, che facciano i corpi più gravi compresi da superficie in proporzione minore*; onde non è meraviglia, se una foglia di oro battuto, lasciata cadere dall'alto di una torre, si veda svolazzare per l'aria, e consumare molto tempo prima di arrivare a terra, e più presto giungervi una sferetta della medesima materia, e dello stesso peso; e perciò non in ragione della maggiore, o minore gravità assoluta, o specifica de' corpi, ma solo, per l'effetto, che fanno in essi le resistenze maggiori, possono riuscire diversi, ne' gravi cadenti, i gradi delle velocità acquistate.

E perchè il peso assoluto de' corpi gravi posati sopra i piani inclinati non s' esercita tutto nella discesa di essi, ma una parte ne viene levata dalla resistenza obliqua, che loro fa l'inclinazione del piano, di modo, che il momento in AC (*Fig. 9. Tav. VI.*) a quello, che avrebbe gravitando per AB, stia come AB ad AC; ne siegue, che *posato un grave sopra il piano inclinato AC, non avrà tanta forza per superare la resistenza dell' aria, quanta avrebbe discendendo per la perpendicolare AB, e perciò tanto più presto arriverà all' equabilità*, e paragonando insieme due piani eguali, e diversamente inclinati, farassi più facilmente, e più presto il moto equabile in quello, che avrà minore l' altezza AB, o, che è lo stesso, in quello, nel quale l' angolo ACB sarà più acuto.

Tanto *piu s' impedirà l' accelerazione del moto d' un grave cadente per un piano inclinato* (*a*), *se la di lui superficie, o quella del piano, avranno*

(*a*) Qui si vuol notare, che secondo alcuni corre una diversità essenziale fra la resistenza del mezzo [a cagion d'esempio dell' aria] e quella, che nasce dalla scabrosità della figura de' gravi, o dall' asprezza del piano, per cui scorrono; perchè laddove la prima ragionevolmente si suppone sempre andarsi aumentando a misura, che cresce la velocità del mobile [qualunque poi sia la proporzione di tale aumento, intorno a che diverse sono le ipotesi degli Scrittori], al contrario le resistenze, che nascono dall' asprezza della figura del corpo, o da' risalti del piano [quand' anco questi si suppongano per tutto uniformi] o non serbano alcun particolar rapporto colle velocità, o tal rapporto non è per avventura lo stesso, che ha luogo nella resistenza dell' aria.

L' Ermanno nel lib. 2. della Foronomia §. 477. chiama tali resistenze assolute, cioè indipendenti dalle velocità, perciocchè una tal sorta d' impedimenti toglie sempre egual parte di forza al mobile, o si muova questo con una velocità, o con un'altra, e ciò supposto, trattando poscia nel §. 494. d'un solido, che cadendo lungo un piano, non soffra altra resistenza, che quella delle asprezze uniformi, riduce un tal caso a quello della gravità costante, mentre defalcando sempre da questa la quantità della resistenza, anch' essa costante, la forza, che rimane, e che è quella, che ad ogni istante sollecita il corpo, sempre si manterrà d' una istessa misura, comecchè minore dell' intera gravità, e per conseguente dovrà sempre andare accelerando il corpo, ma per

no delle inegualità, e delle asprezze: poichè tutti i risalti del piano serviranno per altrettanti ostacoli alla discesa; siccome tutte le asprezze, colle quali il mobile incontra detti ostacoli, saranno sempre di tanto maggiore impedimento all'accelerazione; Quindi è, che essendo minore il contatto della sfera R col piano A C, di quello sia il contatto del prisma S col piano medesimo; minore ancora sarà l' impedimento al discendere della sfera, che del prisma; e perciò, generalmente; *quanto maggiori saranno gl' impedimenti alla discesa, tanto minore sarà l' ultimo grado di velocità acquistato dal mobile, prima di ridursi al moto equabile*, e tanto più presto questo si otterrà.

Se un grave, che discenda per un piano A B inclinato (*a*), *ne incontrerà*

---

per gradi minori di quello, che avrebbe fatto la gravità senza tal resistenza.

Ma il Sig. Varignon nelle Memorie dell' Accademia Reale delle Scienze del 1707. in una Nota, che aggiugne dopo il corollario 7. del problema 3. della sua dissertazione sopra i moti fatti ne' mezzi resistenti, considerando, la resistenza, che dipende dalle asprezze uniformi, esser proporzionale non già al tempo [come pare, che il Sig. Ermanno la figuri nel precedente discorso] ma bensi allo spazio corso dal mobile in un dato tempo minimo [per essere in fatti tanto maggiore il numero dei risalti, che sempre detraggono egual parte di forza al mobile, quanto più lungo è lo spazio corso, giacchè tali risalti si suppongono per lo stesso spazio uniformemente distribuiti] conchiude, che la resistenza sarebbe verisimilmente come la velocità attuale del corpo a ciascun tempo; e però anche l' impedimento delle asprezze produrrà una resistenza, che non potrà dirsi assoluta, ma che avrà dipendenza dalla velocità, comecchè non abbia per avventura a questa il medesimo rapporto, che vi ha la resistenza dell' aria. E' ben vero, che se le resistenze nate dalle asprezze consistono [come le spiega il Sig. Pitot nelle Memorie del 1730.] in tanti ribalzi, seguiranno forse altre leggi.

Comunque sia, è manifesto, che tanto nell' una, quanto nell' altra di queste due ipotesi dovranno i corpi solidi cadenti per piani inclinati sempre andarsi accelerando, non ostanti le asprezze uniformi, che vi incontrano, e così pure dovranno fare le acque de' fiumi nella loro discesa, non ostante il soffregarsi, che fanno colle ripe, e col fondo. Egli è ben vero, che la difformità di tali impedimenti congiunti con gli altri, che incontrano i fiumi, come le diverse inclinazioni degli alvei, gli scogli, e i sassi, che gl' ingombrano fra le montagne, le cascate dalle pescaie, il cangiamento delle larghezze, l' obliquità delle ripe, i ribalzi, e le riflessioni dell' acqua, l' impeto dei fiumi tributarj, e simili altre cagioni ponno non pure impedire l' accelerazione, ma indurre positivo rallentamento nel corso delle acque, come poc' anzi si è notato.

(*a*) Questo pure fu insegnamento del Galileo, ma non è poi stato trovato vero da chi dopo di esso ha meditato sopra tal materia. Osservò il Sig. Varignon, che la velocità del mobile nel suo passaggio nel nuovo piano dee necessariamente diminuirsi, e ridursi, rispetto alla primiera velocità, in ragione del seno del compimento dell' angolo, che comprendono fra loro i due piani al seno totale. Allora solo un grave in qualsivoglia punto del suo viaggio inclinato all' orizzonte avrebbe la stessa velocità, che compete al punto corrispondente del perpendicolo, quando la linea inclinata del detto viaggio fosse o una sola retta, o una curva continuata, oppure una porzione di curva congiunta ad un' altra linea tangente retta, o curva; ma non così ove ad un piano ne succeda un' altro, che col primo comprenda un' angolo assegnabile. Vegansi intorno a ciò le proposizioni 7., e 8. delle utilissime annotazioni del Padre Abate Grandi al trattato del moto accelerato del Galileo.

rà un' altro B C meno inclinato (parlo teoricamente, e prescindendo dalle resistenze) *acceleratosi per A B* (Fig. 10. Tav. VI.), *continuerà ad accelerarsi per B C; ma più lentamente, dimodochè in tutti i punti D, D abbia la velocità medesima, che avrebbe avuta ne' punti E, E corrispondenti, cadendo perpendicolarmente per A E*: E se *al fine de' piani inclinati, succedesse un piano orizzontale C F, non sarebbe per esso alcuna accelerazione*; ma solo vi conserverebbe il grado acquistato nel punto C, col quale correrebbe equabilmente per lo piano C F. In oltre, *se il mobile* arrivato che fosse in B, o in C, *trovasse qualche ostacolo, o causa, che rivoltasse la di lui direzione all' insù* o per la perpendicolare B G, o per l' inclinata B H, *senza levarli alcuna parte della velocità acquistata*; è certo, che *il grado di velocità dovuto al punto B, sarebbe bastante a ricondurlo, o per l' una, o per l' altra strada, sino alla medesima altezza, dalla quale prima partì*, cioè sino all' orizzontale A H, di moto però ritardato (cioè, che procedesse, diminuendosi coll' ordine medesimo, retrogradamente per li gradi dell' accelerazione) sinchè, riportato in I, tornasse a quel grado di velocità, che prima avea in D, o in E, e perciò, siccome in A non avea il mobile alcuna velocità, così giunto in H, o G fosse tornato alla quiete.

Ma *mettendo a conto le resistenze, non è mai possibile, che il mobile ne' punti D, D abbia la stessa velocità, che in E, ma sempre qualche cosa di meno*, e maggiore sarà la differenza ne' punti del piano B C. Quindi è, che *arrivato in B, non sarà bastante il grado acquistato, a riportare il mobile sino all' orizzontale A H*; perchè, oltre la resistenza incontrata nella discesa A B, e dall' aria, e dal piano inclinato, dovrà, per risalire verso l' orizzontale A H, incontrarne altrettanta; e perciò tanto maggiormente diminuire i gradi di velocità, che, prescindendo da quest' ultima resistenza, nè meno sarebbero stati bastanti per arrivare all' orizzontale A H; e quindi è, che, prima di arrivarvi, avrà perduta tutta quella velocità, che avea acquistata per la discesa A B. Molto maggiore sarebbe la differenza, se l' ostacolo trovato in B, a cagione del quale s' intende fatta la riflessione in B H, avesse levata, come succede, una parte della velocità al mobile; poichè egli è ben' evidente, che il grado in B dovuto alla discesa libera A L, impedito che sia dalle accennate resistenze nel discendere per A B, e dalle mede-

desi-

Ma nè quì pure si dee temere, che nasca alcuno sconcio a quello, che sul fondamento predetto insegna l' Autore intorno al movimento dei fiumi. Solamente nel caso, che essi scendano per diversi piani inclinati, si dovrà aver riguardo alla predetta diminuzione della velocità, considerando il cangiamento dell' inclinazione per uno di que' tanti impedimenti, che l' acqua incontra negli alvei de' fiumi, e che concorrono a scemarne la velocità.

desime nell' ascendere per BH; se in oltre sarà scemato in B per l' ostacolo riflettente, di tanto minor forza sarà; e per conseguenza resterà appena atto a ricondurre il mobile alla metà, o alla terza parte dall'altezza BG.

Che se prima di avere compita la sua ascesa per la linea BH, *troverà il grave qualche ostacolo, che l' obblighi a rivoltarsi all' ingiù nuovamente*, come per lo piano IK, *con qualche velocità residua di quella, ch' avea antecedentemente; tornerà egli nella discesa* per IK, *ad accelerarsi*, come per appunto, se egli avesse scorso il piano IK prolungato all' insù in M; e scendendo da M in I, avesse acquistato in I quel tal grado di velocità, che gli restò nel cominciare a discendere per IK; il che è vero, da qualunque causa dipenda la velocità in I; cioè, o sia acquistata cadendo, o pure impressa da forza esterna; con questa regola però, che se in I sarà un grado di velocità maggiore di quella, che avrebbe il grave, ridotto che fosse al moto equabile scorrendo per lo piano IK; allora il moto in vece di accelerarsi, si ritarderà, fino ad acquistare l'equabilità medesima.

Egli è perciò manifesto, (Fig. 11. Tav. VII.) *che se un grave avesse, nel discendere, da scorrere per diversi piani inclinati*, come ABCDEFGH, *per alcuni de' quali avesse il moto discensivo, e per gli altri il moto ascensivo, riuscirebbe bensì difficile*, e forse impossibile (senza una esatta cognizione di quanto possano le resistenze, che s' incontrano ora maggiori, ora minori) *il determinare le velocità del mobile in tutti i punti del di lui viaggio; ma non perciò si concluderebbe con verità, che le leggi del moto de' gravi cadenti, non avessero luogo*, o non si osservassero *nella discesa di quello*.

Passando da' corpi solidi a' fluidi, bisogna ridursi alla memoria quanto si è detto nel primo capitolo, cioè, che i corpi solidi hanno le parti tutte collegate insieme; e perciò, abbenchè siano composti di più pezzetti di materia, nulladimeno devono essere considerati, come una cosa sola, *non potendo un solido muoversi di moto semplice, o rettilineo, se tutti i punti*, per così dire, *della mole di esso, non concepiscono un' impeto eguale*, che in ognuno d' essi cagiona altresì eguale, ed uniforme la velocità; altrimenti è necessario, che si spezzino. Quindi è, che gli Statici tutti assegnano a' corpi solidi un certo punto, dentro, o fuori della loro mole, che chiamano *centro di gravità*; (ch' io piuttosto direi *centro dell' impeto*, perchè in esso s' equilibrano, tanto i momenti della gravità, quanto tutti gli altri delle potenze moventi) dal qual centro viene descritta la linea del moto.

Ma perchè i corpi fluidi sono un' ammassamento di particelle solide, minutissime, e non legate insieme; succede, che *ogni parte di essi*

può

può moversi, con direzione, e velocità diversa dall' altre (*a*); e perciò ne' fluidi, niegano gli Statici medesimi, trovarsi alcun centro di gravità; non perchè anch' essi non siano gravi, o non siano obbligati a seguire le leggi universali della gravità; ma bensì, a mio credere, perchè, siccome non può assegnarsi un centro solo comune a più solidi staccati uno dall' altro (che però non abbiano alcuna dipendenza, o cospirazione ne' proprj moti) ma bisogna ammetterne tanti, quanti essi sono; così, trattandosi di un fluido (che non è altro, che un' ammassamento di più corpi, ognuno in libertà di moversi da se solo) non si può dare il centro di gravità all' unione, o al numero delle parti; ma bisogna considerarlo in ognuna di esse separatamente; come è manifesto in una massa di miglio, le cui granella non sono obbligate a seguitare il moto l' una dell' altra, nè ad avere alcuna dipendenza dal centro di gravità, che potrebbe assegnarsi alla figura, sotto la quale la predetta massa fosse compresa. Accade però qualche volta, che il moto de' fluidi abbia qualche relazione al centro di gravità della figura, ma ciò è solo per accidente, e quando alcune delle parti del fluido, sono da qualche circostanza sforzate a seguire il moto delle altre.

Dovendo perciò ognuna delle parti d' un fluido (*b*) considerarsi come un corpicciuolo solido, e grave; non vi è alcuna ragione, che non persuada, dovere esso discendere al basso colle leggi medesime, che osservano i solidi maggiori, e perciò, per quanto è in lui, accelerandosi di moto, secondo la proporzione delle semiordinate alla parabola; il che si dee intendere non solo nelle discese perpendicolari, ma ancora in quelle fatte per li piani inclinati.

Ho

(*a*) Non ostante che le diverse parti d' un fluido possano avere velocità, e direzioni diverse, a differenza di quelle d' un solido, tuttavia trattandosi di un corso d' acqua o sia per aria, come ne' getti, o lungo un letto, come ne' fiumi, si può in ciascuna sezione intendere una direzione mezzana fra tutte, cioè quella secondo cui si move la maggior parte delle linee, o fila dell' acqua, e quella si prende per la direzione universale di tutta l' acqua, e si può parimente figurare una velocità media aritmetica risultante dal ragguaglio delle varie velocità delle diverse parti, e questa s' intende per velocità media, come si è accennato nell' annotazione 5. del capo 1. a c. 145. In tal senso si vuol prendere, e il detto finora, e quello, che si dirà appresso delle velocità, e delle direzioni delle acque, ove espressamente non si distingua, o la direzione, o la velocità d' una parte di una sezione da quella dell' altra.

(*b*) Non è punto necessario obbligarsi a far concetto de' fluidi, come di aggregati di corpicciuoli solidi, potendosi verificare nella sostanza tutto ciò, che in questo Trattato s' insegna, ancorchè le parti minime de' fluidi si considerassero come fluide. E' bensì necessario supporle gravi, e prendere almeno per ipotesi, che ciascuna parte nello scendere abbasso, prescindendo dagli impedimenti, si acceleri con quella legge, con cui si accelerano i solidi, quand' anco si lasciasse in dubbio, se ne' medesimi tempi dopo la quiete passassero per li medesimi gradi di celerità, che questi. Vedi intorno a ciò l' annotazione 3. del capo 2. a c. 236.

Ho detto *per quanto è in lui*; attesochè la resistenza dell'aria, non v'ha dubbio, opera molto ad impedire l'acceleramento, sì per la sua naturale adesione, o viscosità, sì per la picciolezza del corpicciuolo predetto, che perciò da se solo, non potrebbe nemmeno discendere per l'aria; ma vi resterebbe sospeso, nella medesima maniera, che fanno i vapori, se con la compagnia di altri simili, i quali, succedendo l'uno all'altro, s'ajutano vicendevolmente, non restasse finalmente superato l'ostacolo dell'aria predetta. Che dall'unione di più corpicciuoli d'acqua ciò succeda, è necessario per due ragioni: primieramente, perchè il corpo, che risulta da' componenti dell'acqua, cioè l'acqua medesima, è più grave in specie dell'aria, e perciò è atta a superare la di lei resistenza: e secondariamente, perchè, unendosi insieme più particelle di acqua, viene il composto a crescere di peso assoluto, più di quello s'accresca la di lui superficie; e conseguentemente viene a scemarsi in proporzione la resistenza; quindi è, che successivamente accresciuta la potenza operante, e scemata maggiormente in proporzione la resistente; è necessario finalmente che la prima superi la seconda, e perciò, che l'acqua discenda per l'aria.

Questi effetti della separazione, ed unione delle particelle dell'acqua, sono da noi quotidianamente osservati nell'ascendere, che fanno i vapori, e nel cadere delle piogge; posciachè, non essendo altro il vapore semplice, che acqua rarefatta, o più propriamente, che particelle d'acqua minime, e disunite: è facile, che ogni moto dell'aria le porti alla parte superiore, dalla quale non potendo partirsi, per lo poco peso, e gran superficie, cioè per la gran resistenza, che trovano, stanno, come notando, dentro l'aria medesima, ed ubbidiscono, al pari delle di lei parti, agl'istessi moti da' quali ella viene agitata. Ma perchè le agitazioni dell'aria si fanno, non solo per linea retta, secondo la direzione de' venti; ma anche a modo di fermentazione come vediamo nelle particelle polverose dell'aria medesima, che s'incontrano in uno spiraglio di Sole; succede che a cagione del moto, direzione, e contrasto de' venti, delle materie minerali, ch'essi portano, e della constituzione calda, o fredda dell'aria, vengano ad unirsi insieme le particelle acquee, le quali ridotte in gocciole, o sensibili, o insensibili, superano la resistenza dell'aria, e cascano al basso, in forma, o di rugiada, o di pioggia. Non v'ha dubbio, che quanto maggiori sono le gocce della pioggia, non cadono esse anche con maggiore velocità, il che, siccome è facile da osservarsi, così non è punto difficile di renderne la ragione, per le cose dette di sopra; poichè, quanto maggiore è di peso assoluto il corpo cadente, tanto più tardi si riduce all'equabilità del moto; e perciò accelerandosi il medesimo maggiormente in tempo più lungo, ne siegue

che,

che, dopo acquiſtato il moto, conſervi in ſe un grado di velocità maggiore: ed eſſendo probabile, che, per lo più, la velocità della pioggia ſia equabile, allor ch' è vicina a terra; perciò, o paragonando le gocce cadute da eguale altezza; o pure l'una all' altra, ridotte, che ſiano a velocità equabile; il grado di queſta ſarà più grande nella goccia maggiore, che nella minore. Se però la goccia grande veniſſe da poca altezza, e la goccia picciola da altezza maggiore, può darſi il caſo, che queſta foſſe più veloce dell' altra, ſiccome in queſto particolare ha molto luogo l' azione del vento, che alle volte accreſce, alle volte ſminuiſce la velocità della pioggia.

Siccome un grano di polvere poſato ſopra di un piano quantunque molto inclinato, e ben terſo, non eſercita ſopra di eſſo alcun moto, abbenchè ſia un corpo ſolido; così *una gocciola picciola di acqua poſta in un ſimile piano non potrà diſcendere al baſſo*; ma ſiccome da più grani di polvere ſi può comporre un cumulo maggiore, e più grave, che non poſſa di meno che muoverſi, poſto che ſia ſopra del piano medeſimo; così *accreſcendoſi la quantità dell' acqua, ſarà neceſſario, che anch' eſſa diſcenda*; Ben è vero, che *potrà un' impedimento fare, che il grave ſolido s' arreſti intieramente, e non potrà facilmente fermare il fluido*. Per eſempio, ſe ſopra del piano A E poſerà la sfera D B C (*Fig.* 12 *Tav. VII.*) la quale incontri l' oſtacolo F C, che ſia almeno tale, che tra il punto del contatto D, ed il punto C ſommo dell' oſtacolo, ſtia di mezzo la linea di direzione I H; o almeno non ſia dalla parte inferiore del punto C, allora la sfera D B C non ſi muoverà punto: e la ragione ſi è, che non può la sfera muoverſi al baſſo, ſe il centro di gravità I non diſcende, il che non è poſſibile, ſe la sfera D B C non ſormonta l' impedimento; nel qual caſo, dovrebbe il centro I deſcrivere la circonferenza di un circolo circa il punto C, e trovandoſi I H tra' punti D, C, dovrebbe alzarſi: il che è impoſſibile, che ſucceda per la ſola forza della gravità. Ma, ſe la sfera D B C, che, nel caſo predetto, può intenderſi di ghiaccio, s' intenderà tutta ad un tratto ſquagliarſi in acqua, cioè a dire, traſmutarſi dall' eſſere d'un corpo ſolido, a quello di un fluido; non potrà l' oſtacolo F C impedire, che l' acqua non diſcenda, almeno in parte. Ciò faraſſi, perchè, levato che ſia nello ſquagliamento il legame, che avevano le parti del ſolido inſieme, potranno diſcendere quelle, che attualmente non ſaranno impedite, per appunto come farebbeſi, ſe la sfera ſi ſupponeſſe compoſta di grani d' arena, o di miglio prima collegati inſieme da qualche corpo viſcido, e poſcia diſuniti, per lo rimovimento dello ſteſſo; e queſta è la prima delle diverſità, che s' incontrano nella diſceſa de' corpi ſolidi, paragonata a quella de' fluidi: ſe pure ſi può chiamare diverſità, quella, che naſce dall' errore com-

commesso in volere considerare il moto di più solidi disuniti, come se fosse fatto in un solo.

Per altro *non v' ha dubbio, che anche i minimi dell' acqua non s' accelerino più, cadendo per la perpendicolare, che scorrendo per un piano inclinato, almeno sul principio della discesa*, per la ragione medesima, che si è detta de' corpi solidi, massimamente osservandosi, che le cadenti perpendicolari molto più si assottigliano, che le inclinate. Ma deesi avvertire, che cadendo l' acqua perpendicolarmente, riceve molte impressioni dall' aria, dalle quali sono esenti i corpi solidi; posciachè, (1) *le cadenti perpendicolari* (così sono chiamate le figure, alle quali s' accomoda l'acqua nel cadere a perpendicolo) *almeno sul principio si assottigliano*, il che procede anco dalla pressione dell' aria, che lateralmente spinge le parti dell' acqua, verso l' asse della cadente medesima; (2) *Dopo qualche spazio della caduta, avendo l' acqua acquistata velocità considerabile, vengono le di lei parti divise l' una dall' altra, dall' aria inferiore*, che resistendo al moto, s' insinua tra esse, e dispergendole, *fa apparire, che in vece di maggiormente ristringersi*, come esigerebbe la natura del moto accelerato, *piuttosto s' allarghino*; e questa dispersione di particelle d' acqua (talvolta, ed in certe circostanze) così vassi moltiplicando, che in vece, che la cadente osservi la sua figura, si trasmuta in una rugiada, o pioggia di minutissime gocce.

Ma *ne' piani inclinati* la cosa cammina d'altra maniera; poichè *l' acqua, che per essi scorre in qualche altezza di corpo; si va bene assottigliando nella medesima proporzione, che richiede la velocità dell' accelerazione, come nelle cadenti; ma non mai, o rare volte, ed in pochissima quantità, si disperde in gocce*, sì, perchè è ella obbligata a stare ristretta fra le sponde, e tenersi unita al fondo, e per conseguenza non è esposta all' azione dell' aria; sì anche, perchè a causa dell' inclinazione del piano, non arriva ella mai a tanta velocità, che la poca aria, la quale nel principio del corso le osta, abbia forza di dividere il di lei corpo in più parti, e ciò molto meno, dopo formatasi la superficie superiore dell' acqua corrente; mentre piuttosto l' aria, che sopra vi preme, coopera, insieme con la gravità dell' acqua, a tenerla unita in se stessa; onde volendo pure considerare l' acqua, come un solo corpo, possiamo addurre per seconda diversità, *il ristringersi, che fa ella in se medesima, a misura della velocità, che per la caduta, o per la discesa va acquistando; al contrario de' solidi, che per tutta la caduta, conservano sempre la stessa mole.*

Si considera bensì da' Fisici nell' acqua, per essere fluida, uno slegamento di parti; ma non tale, ch' ogni di lei minima particella possa staccarsi, senza veruna resistenza, dall' altra; che anzi è manifesto,

tro-

trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo, che è quello, che tiene unite insieme le gocce dell'acqua (a), e fa colmeggiarle in forma di mezze sfere, quando elle posano sopra di qualche superficie. Il medesimo vincolo, o attaccamento, fa, che *alle volte non si possa muovere una parte d' acqua senza che con essa siano tirate in consenso le vicine, e per lo contrario, impedita nel suo moto una parte di acqua, resta anche ritardata quella, che immediatamente le è contigua*. Quindi è, che *se l' acqua fosse un perfettissimo fluido*; cioè a dire, se le di lei parti fossero affatto staccate l'una dall' altra, come è d'uopo considerarla, quando si parla in astratto, per dar luogo alle dimostrazioni; *scorrendo essa per un piano, o fondo, quanto si voglia diseguale, e scabro, potrebbero bene essere impedite quelle di lei parti, che a dirittura incontrassero gli ostacoli, ma non già le altre*, le quali dovrebbero seguitare, o nella sua accelerazione, o nel grado di essa, acquistato nell' arrivare al moto equabile; ma considerando l'acqua nel concreto della sua viscosità, ne segue, che non solo sono ritardate le parti di essa vicine al fondo, o alle sponde, o, in una parola, vicine agl' impedimenti; ma anche quelle, che restano più lontane da essi: e perciò siccome ne' solidi, che hanno le parti perfettamente unite, il ritardamento di una, porta seco il ritardamento di tutte le altre, così ne' fluidi, che hanno le parti disunite, ma non perfettamente, l'impedimento del moto d'una di esse, influisce a rendere minore la velocità delle vicine, ma non egualmente; dimanierachè *maggiore è la perdita delle parti più prossime alle impedite, minore nelle più lontane*, fino a rendersi insensibile, e ridursi a niente. E però, anche in questo, s' accordano le leggi del moto de' solidi con quelle de' fluidi, e dell' acqua, cioè, che quanto maggiori saranno gl' impedimenti del piano declive, tanto minore sarà il grado di velocità, acquistato prima di ridursi al moto equabile; ma discordano in ciò, che *gl' impedimenti del piano declive, quanto ritardano una parte del solido, altrettanto ritardano il tutto; ma ne' fluidi più levano alle parti vicine all' impedimento, meno alle più lontane*; E questa è la terza differenza, che s' osserva nel moto de' fluidi paragonato a quello de' solidi.

Non operando adunque le resistenze del piano, tanto in ritarda-

(a) Questa adesione, o viscosità, che dall' Autore si riconosce fra le particelle dell' acqua, può per avventura avere ne' movimenti di essa più parte di quello, che paja a prima vista, nè forse senza ricorrere ad un tal principio si può chiaramente comprendere alcuno di quegli effetti, che si riconoscono dalla gravità, e dalla fluidità.

Egli è difficile spiegare la predetta adesione, supponendo le particelle di figura sferica, se pure non si ricorresse alle attrazioni scambievoli delle parti della materia, che è un' altra ipotesi fisica, la quale è soggetta alle sue difficultà.

re il moto del fluido; ne nasce, che rivoltandosi la direzione di esso ad altra parte, (siasi o discendente, o orizzontale, o ascendente) *avrà esso nel punto del rivolgersi maggiore velocità di quella, che avrebbe un corpo solido in pari circostanze;* e perciò avrà maggior forza, per risalire all' orizzontale del principio della caduta. E quì è da avvertire un grandissimo vantaggio, che per ben' osservare le leggi de' gravi cadenti, riceve l' acqua dalla sua fluidità, o, per dir meglio, che ritrae una particella d' acqua dall' altre, che le stanno attorno.

Intendasi per lo piano A B disposta una serie di sferette A B, e sopra di essa un' altra C D, e sopra questa la terza serie E F &c. E si concepisca, che tutte queste si muovano sopra del piano A B; (*Fig.* 13. *Tav. VII.*) in maniera che l' ultima parte di B sia stata la prima a muoversi, e dopo d' essa immediatamente la penultima. Crescendo adunque ne' gravi cadenti gli spazj scorsi, secondo l' ordine de' numeri dispari dall' unità; è necessario, che la sfera prima partita dalla quiete, s' allontani sempre più dalla seconda; poichè, supponiamo, che nello spazio di tempo, il più picciolo, che si possa concepire, la prima sfera abbia fatto uno spazio, che chiameremo X; nel secondo farà 3 X, nel terzo 5 X &c., e dovendo la seconda sfera nel suo primo tempo, fare eguale spazio, che la prima; farà il di lei primo viaggio X, ed il secondo 3 X, fatto nel terzo tempo della prima sfera, nel quale avrà corso lo spazio 5 X; e perciò nel fine del secondo tempo, essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 4 X, nel tempo, che la seconda non si è scostata, che X; la differenza dello spazio, o la distanza delle sfere sarà di 3 X; ma nel tempo susseguente, essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 9 X, e la seconda solamente 4 X, viene la distanza delle sfere ad essere 5 X, e perciò maggiore della prima &c. Quindi è, che negli spazj fra una sfera, e l' altra della serie inferiore A B, è necessario, che a cagione del proprio peso, e del mancar loro il sostegno inferiore A B, succedano le sfere della serie immediatamente superiore C D, e ne' luoghi di queste, le sferette della serie E F.

Da ciò rendesi evidente la ragione, per la quale *i fluidi, durante il tempo della loro accelerazione, sempre si assottigliano, e si abbassano di superficie*. Nè è da dubitare (*a*), che le sfere della serie superiore, caden-

(*a*) Non manca a mio credere di soggiacere a qualche dubbio questa asserzione, a riguardo della resistenza, che incontra ciascun globetto nel suo discendere, dal contatto di quelli fra' quali dee scorrere, anzi pur anco dal fondo, e dalle sponde quantunque regolari, e spianate, che lateralmente chiudono, e sostentano la massa de' globi, come necessariamente convien supporre, se non si vuole, che la pressione de' superiori faccia mover di fianco gl' inferiori, e distur-

dendo nell' inferiore, non abbiano nel punto di essa, giustamente quella medesima velocità, ch' avrebbero, se dal principio del piano fossero venute fino a quel punto: se si farà riflessione a ciò, che abbiamo detto di sopra. Ma, se le sfere della serie inferiore AB, saranno portate di moto equabile, quelle della superiore CD non discenderanno &c., e la superficie dell' acqua non si abbasserà. E se, per lo contrario, la sfera antecedente della serie inferiore, si troverà ritardata da qualche impedimento, e succederà la susseguente non ritardata; converrà, che o l' una, o l' altra sia spinta nella serie superiore; e conseguentemente, che la superficie dell' acqua si elevi.

Nel moto di un corpo solido, egli è ben' evidente, che *il di lui ritardamento non può essere riparato da cagione veruna, salvo, che da nuova discesa*; ma nel moto fatto da più solidi, de' quali uno sta, e s' appoggia sopra di un' altro, (che è l' istesso, che dire, nel moto de' fluidi) se la figura di essi vi concorra, *la pressione del superiore può restituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità, che gli è stata tolta dall' impedimento* (a); o piuttosto far sì, che questo non produca in esso quell' effetto, che per altro vi sarebbe succeduto; con questa regola però, che *la forza della pressione non può operare effetto veru-*

sturbi le regolarità delle direzioni, che quì si figurano. Atteso ciò, non pare così evidente, che ciascun globo in una simile discesa concepisca tutta quella velocità, che acquisterebbe in una caduta libera. E applicando questo discorso al moto delle acque, forse questo sostentamento è uno degli ostacoli da mettersi in conto fra quelli, che resistono all' accelerazione de' fiumi, e da cui non si può fare astrazione (come si può fare dal semplice soffregamento) mentre pare, che la velocità debba restarne modificata. Vedi anche intorno a ciò l' annotazione xi. di questo capo a c. 281.

(a) Che ne' fluidi la pressione delle parti superiori possa aumentare nelle inferiori la velocità, è manifesto per esperienza; atteso, che se attraverso un canale corrente, e che porti una misura costante d' acqua si porrà un' ostacolo, che alcun poco sia immerso sotto la superficie di questa; e chiuda il canale da una ripa all' altra (come sarebbe una cateratta, che si calasse fra' suoi incastri fino al pelo, o un poco sotto il pelo dell' acqua) si osserverà l' acqua dalla parte superiore all' impedimento elevarsi fino a un certo segno, per lo più non molto alto, e in tale positura rendersi come stagnante, e dopo ciò seguitare il canale il suo corso senza altra alterazione. In tal caso è manifesto, che l' istessa quantità d' acqua passa per quel vano, che resta dall' impedimento in giù fino al fondo, che passava per l' intera sezione, e per tutte le altre avanti l' apposizione dell' impedimento, cioè a dire, che l' istessa acqua passa per una minor sezione, onde è forza, che vi passi con maggior velocità; nè altro può credersi se non che l' accrescimento d' altezza seguito dalla parte di sopra alla cateratta, sia quello, che le imprima un grado di velocità maggiore, appunto come succederebbe in un vaso, in cui la superficie dell' acqua fosse a qualche altezza sopra la sommità della luce, per cui esce. Tutto il dubbio, che può rimanere è, se l' effetto dell' acqua superiore nell' accrescer velocità all' inferiore abbia luogo eziandio quando la superiore non sia ristagnata, come lo è in questo esperimento, ma anch' essa corrente insieme coll' inferiore nelle sezioni del fiume; ma di ciò si parlerà nella nota 85. di questo capo.

veruno, *se essa non sia valevole a produrre*, secondo il modo spiegato nel primo capitolo, *un grado di velocità maggiore di quello*, *che resta al mobile dopo l' azione dell' impedimento*, come pure è stato da noi dimostrato *alla Prop. I. del lib. 4. Della misura dell' acque correnti*, e come ho avuto l' onore di far vedere in esperienza a diversi personaggi qualificati, e fra questi, a gli Eminentissimi d' Adda, e Barberini, nel tempo, che si trovavano quì in Bologna per lo regolamento dell' acque de' fiumi di Bologna, Ferrara, e Romagna. La ragione positiva di questa regola si è, che un' agente non può agire in un mobile, se il movente non è mosso, o almeno in conato a muoversi, e che il mobile non può essere mosso dal movente, se o in se, o almeno paragonato al moto del movente, non è constituito in istato di quiete; condizione, che non può verificarsi, quando il mobile è affetto di velocità maggiore di quella, che abbia, o possa produrre il movente; poichè allora solo il mobile, anche mosso, ha ragione di quiescente, quando egli aspetta di ricevere, e non fugge l' azione del movente; e perciò non aspettando il corpo più veloce, anzi fuggendo l' azione del meno veloce, non può, nè essere considerato in istato alcuno di quiete, nè ricevere l' azione medesima.

Essendo dunque ritardata una, o più delle sferette della serie inferiore A B, oppure *essendo ritardato il moto del fluido*, *converrà*, *ch' esso si elevi di superficie*, e che la sferetta ritardata, v. g. B, la quale aveva sopra di se, nel principio, solamente due serie di simili sferette; per lo ritardamento seguito, ne abbia quattro, o cinque, o più; e conseguentemente, che *crescendo la pressione delle superiori*, sopra la ritardata B, *venga successivamente a proporzionarsi l' azione della pressione al grado di velocità* residuo nella sfera B, e, potendo, secondo la regola predetta, concorra ad ajutarla, con imprimerle nuovo sforzo, atto a superare l' impedimento, o a risentire la di lui azione, meno di quello, che sarebbe un corpo solido. Quindi ne nasce, che essendo considerabili gl' impedimenti, anderanno tanto crescendo in altezza le serie delle sferette, che potranno, occorrendo, arrivare fino al livello del principio del piano declive; ed allora sarà constituita la sferetta B in uno stato, che potrà ricevere il grado di velocità dovuto alla discesa A B, ovvero A O, quando nissuna altra cosa le avesse resistito; il qual grado perciò sarà atto a cagionare il risalto dell' acqua fino all' orizzontale A G, o solo tanto minore, quanto può detrarre la resistenza, che fa l' aria alla salita B G; e su questo fondamento s' appoggia l' assioma degl' idrostatici, che *l' acqua tanto riascende*, *quanto è discesa*; cioè, sino ad equilibrarsi all' orizzontale medesima. Io ho nominata più volte la pressione, non come la cagione della velocità, che,

come

come si è detto nel primo capitolo, d'altronde si deve desumere; ma solo, come causa del muoversi, e del superarsi più facilmente le resistenze per l'aumento del peso assoluto, che maggiormente opera contro di esse.

In questa quarta notabile *diversità*, che hanno *i fluidi* da' solidi, *si rendono essi molto più ubbidienti alle leggi de' gravi cadenti*; poichè può bene darsi il caso, che un solido, (*Fig. 11. Tav. VII.*) dopo la discesa per A B, dovendo risalire per lo piano BC, non vaglia a superare la di lui acclività; ma questa impotenza non può succedere al fluido, il quale, *quando sia in copia bastevole*, purchè il punto C sia più basso di A, *assolutamente lo trapasserà, e discenderà sino in H*, posta anche qualsisia resistenza, purchè non totale, al di lui moto: La medesima ubbidienza si riscontra ne' fluidi *in discendere per qualsisia piano* (quanto si voglia poco inclinato, e pieno di molti impedimenti) ed *in accelerarsi a proporzione per essi*, a differenza de' solidi, che, per piccole, che siano le resistenze, in poca inclinazione di piano, ponno non muoversi di sorte alcuna: Anzi *sopra de' piani orizzontali, ne' quali assolutamente è negato qualunque moto a' corpi solidi, possono scorrere i fluidi* (*a*), sottentrando al difetto dell'inclinazione, il peso, e la pressione del proprio corpo.

Da tutte le antecedenti considerazioni evidentemente apparisce, che *le leggi de' gravi s'esercitano egualmente, e ne' corpi solidi, e ne' fluidi*, e che trattandosi della discesa semplice d'un solido solo, si possono ben riscontrare nel di lui moto più facilmente le leggi predette, che in un fluido, il quale è l'aggregato di molti solidi; ma in questo, facendosi operare la pressione, si ha il vantaggio della minore resistenza fatta dagl'impedimenti; e perciò in tal caso si ritrovano più sinceramente, ed esattamente eseguite le regole dimostrate dal Galileo attorno la caduta de' gravi. Siccome dunque non v'ha dubbio, che la gravità non sia la causa del moto nelle acque correnti; così non si ha da dubitare, che la fluidità non sia una causa coadiuvante del medesimo.

Quanto poi alle regole, che s'osservano dalle acque de' fiumi nel loro corso (*b*), egli è certissimo, doversi esse desumere dalle predette

(*a*) Vedi intorno a ciò la proposizione 7. del capo 5., e suoi corollarj colle loro annotazioni.

(*b*) Non essendo possibile in questa materia provare tutto ciò, che si asserisce con rigorose dimostrazioni (come lo stesso Autore ha dichiarato nella Prefazione a quest' Opera) riputiamo, che a' quelle, ch' egli chiama *regole*, più propriamente convenga il nome d' *ipotesi*, o di *supposizioni*, e tali in avvenire le chiameremo, non dissimulando quelle difficultà, alle quali ponno esser soggette, oltre quelle, che in parte si sono già accennate nelle annotazioni, o al primo, o al presente capo, intorno a' fondamenti da' quali sono dedotte; persuadendoci, che tutto ciò non ostante, non lascino d'esser mol-

due cagioni; e perciò applicando la dottrina poco di sopra addotta, al moto de' fiumi, pare, che resti evidente, che

REGOLA I.

L' Acqua passando dalla quiete al moto (a), o nell' uscire dalle vasche delle proprie fonti, o nello squagliamento delle nevi, o in altra maniera; acqui-

---

to probabili, e conformi all' esperienza.

Avvertiamo, che le predette o regole, o ipotesi, che si dicano, suppongono gli alvei inalterabili, onde conviene metter da parte qualunque effetto di escavazione, o di replezione, che possa succedere o alle sponde, o nel fondo, come se i fiumi non portassero alcuna materia estranea atta a deporsi sul letto, e come se questo fosse dotato d' una perfetta resistenza alla corrosione, de' quali effetti si comincia poi a trattare nel capo seguente.

(a) Niuno, che io stimi, metterà in dubbio questa asserzione ne' termini generali ne' quali è espressa, mostrando in fatti l' esperienza, che quando l' acqua si trova obbligata a scorrere per una doccia, o altro canale steso in linea retta con fondo, e sponde ben piane, con larghezza uniforme, e con notabile inclinazione all' orizzonte, nell' andar discendendo visibilmente si assottiglia, e scema d' altezza sopra il fondo, il che indica la velocità media di ciascuna sezione andarsi rendendo maggiore; onde si può inferire, che lo stesso dal più al meno succeda in ogni canale inclinato.

Rimane solo da vedere con qual legge, e per quali gradi siegua tale accelerazione. L' Autore differisce a parlarne più sotto alla regola 7. §. *Sia per esempio*, ma noi abbiamo stimato doverne anticipatamente far parola in questo luogo, per maggior chiarezza delle cose, che sieguono appresso.

Suppone egli in primo luogo, che l' acqua nel suo primo affacciarsi all' emissario della vasca, o ricettacolo onde il fiume ha origine [giacchè a questo caso si ponno ridurre quasi sempre i principj de' fiumi di qualche considerazione, ancorchè per avventura le acque vengano somministrate al detto ricettacolo da altri rigagnoli, o fiumi minori] vi si presenti con quella velocità, con cui si presenterebbe allo stesso emissario, se alcun canale non vi fosse applicato. E in secondo luogo suppone, che nello scendere, che fa l' acqua per l' alveo, le velocità di ciascuna parte di essa crescano nella proporzione dimezzata delle discese perpendicolari fatte fin dal principio del canale, il qual principio si figura nel punto, in cui il piano del fondo di esso prolungato allo insù incontra la superficie dell' acqua del ricettacolo; o quel, che è lo stesso in ragione dimezzata delle altezze misurate dall' orizzonte della detta superficie fino a quella parte di acqua, di cui si tratta, purchè si faccia astrazione da tutti gl' impedimenti, che si oppongono al corso del fiume. Tutto ciò spiega egli nel detto luogo colla figura 14., e coerentemente a tali principj ne siegue quello, che egli stesso avea insegnato nell' altra sua opera della misura delle acque correnti, mostrando ivi nel libro 2. prop. 2., che la velocità dell' acqua in qualsivoglia sezione d' un canale inclinato è la medesima, che avrebbe all' uscire da un vaso per una luce eguale simile, e similmente posta colla sezione, e altrettanto immersa sotto la superficie dell' acqua del vaso, quanta è la distanza della sezione dall' orizzonte dell' origine dell' alveo. La medesima dottrina viene comunemente seguitata dagli scrittori, che dopo di esso hanno trattato di tal materia, come il Signor Varignon, il Signor Ermanno, il Padre Abate Grandi, il Signor di Gravesande, ed altri.

Non lasceremo tuttavia di accennare que' dubbj, che o sono stati mossi, o potrebbono moversi intorno a questi insegnamenti. Il primo è, se quando l' acqua della conserva, o ricettacolo si affaccia ad un' emissario, a cui sia applicato un canale, vi entri con quella stessa velocità, con cui vi entrerebbe se niun canale vi fosse applicato, o se possa per avventura

acquista nella discesa per gli alvei de' fiumi, che sono altrettanti piani, per lo più inclinati all' orizzonte, qualche grado di velocità; ma questa S 4 *ben*

tura la velocità di essa acquistare alcuna modificazione dalle sponde, e dal fondo del canale, per cui l' acqua si trova obbligata ad incamminarsi. Per fondamento di questo dubbio si può osservare, che fra le sperienze del Signor Marchese Poleni nel suo trattato *de Castellis* alcune ve ne hanno, nelle quali uscendo l' acqua per una luce rettangola apposta colla base orizzontale alla sponda d' un vaso in una sottil lastra di metallo, entrava in un canale aperto per di sopra, dell' istessa larghezza colla luce, col fondo orizzontale al piano della base dell' apertura, e di lunghezza di sei once.

La quantità d' acqua, che si raccoglieva per questo canale in un dato tempo era alquanto maggiore, e per conseguenza maggiore la velocità di quello, che fosse, quando rimosso il canale, si lasciava l' acqua liberamente sgorgare nell' aria in forma di getto. Non potendosi dunque tale aumento di velocità attribuire alla discesa seguita per la lunghezza del canale [perocchè il fondo di esso era orizzontale] pare, che se ne possa inferire, che anco nella stessa apertura, o luce del vaso entrasse l' acqua con maggiore velocità di quello, che avrebbe fatto senza il canale, e che perciò l' apposizione di questo alteri qualche poco la velocità dell'acqua fino nel suo primo uscire dal vaso: e che qualche simile effetto, se non maggiore, potesse aspettarsi ove il canale in vece d' essere orizzontale fosse inclinato, sembrando, che in tal positura egli fosse per rapire, e tirar fuori anche maggior quantità d' acqua. La velocità predetta nelle stesse sperienze si trovò eziandio maggiore adattando al medesimo lume un simil canale chiuso per di sopra, nè si può sapere quello, che fosse accaduto servendosi di canali di maggior lunghezza, co' quali pare verisimile, che la quantità dell'acqua fosse per riuscir minore; onde tali sperienze congiunte colle altre de' gran divarj osservati nelle velocità secondo le diverse figure, e lunghezze di altri tubi apposti a' fori circolari, rendono ragionevole questo primo dubbio, e converrebbe a mio credere rischiararlo con esperienze atte a stabilire la verità d' un tal fatto.

Il secondo dubbio non dissimile dal primo può nascere intorno alle velocità dell' acqua nelle sezioni susseguenti del canale inclinato, per cui scende; mentre posto ancora, che le dette velocità dovessero essere in ragione dimezzata delle discese, non ne siegue, che debbano essere per l' appunto le medesime, che sarebbero se l' acqua di quella sezione liberamente uscisse dalla sponda di un vaso per un lume eguale, simile, e similmente posto, e tanto profondo sotto la superficie del vaso, quanto lo è la sezione sotto l' orizzonte dell' origine del canale; e la ragione di dubitarne è, perchè siccome non è evidentemente dimostrato, anzi pare contrario alle accennate esperienze, che l' acqua entri nella prima sezione del canale con quella velocità per l' appunto, con cui uscirebbe se il canale non vi fosse, ma tal velocità può forse rimanere alterata dalla necessità di dover l' acqua incamminarsi tra due sponde, e un fondo, così non si può prendere per certo, che nelle altre sezioni seguenti (mettendo anco a parte ogni impedimento) abbia di mano in mano quelle velocità, che avrebbe uscendo liberamente da un vaso per altre, ed altre luci eguali, e simili, situate di mano in mano a livello delle medesime sezioni; potendo anche nelle dette sezioni nascere del divario dal caso, in cui vi è il canale, a quello, in cui l' uscita fosse libera, attesa massimamente quella resistenza, che dal semplice sostentamento delle sponde, e del fondo (ancorchè privi di ogni asprezza) ponno soffrire le parti dell' acqua, come fu accennato nell' annotazione 7. di questo capo, e attesa l' adesione delle dette parti, di cui nella annotazione 6. a c. 277.: cagioni tutte, che ponno per avventura esser' atte a diminuire la velocità a molti doppj.

Queste due difficoltà riguardano principalmente la misura assoluta delle velocità o sia nell' ingresso, o nel progresso del corso per esso canale, dalla qual misura dipende quella della quantità dell' acqua, che il canale conduce; onde per queste, e per altre ragioni, che si ponno dedurre dalle cose notate nel capo primo, e forse per altre, che altrove si note-

ben preſto ſi riduce all' equabilità per le grandi reſiſtenze, che incontra l' acqua al ſuo moto, come ſono la poca declività degli alvei medeſimi;

---

noteranno, ſtimo, che nella pratica idrometrica troppo non ſia da affidarſi, anzi di gran lunga ſi poſſa andare errato nel determinare le quantità aſſolute dell' acqua, che porta un canale, ancorchè ſi ſupponga affatto libero da ogni impedimento, ma che dobbiamo al più contentarci di cercarne la quantità riſpettiva, cioè la proporzione di quella dell' uno con quella dell' altro, e ciò quando ben' anche ſi aveſſero delle oſſervazioni fondamentali ben' accertate di una tal miſura di velocità corriſpondente ad una tale altezza; giacchè tali non ſono quelle della tavola data dal noſtro Autore nel libro della miſura delle acque correnti, per la ragione, che ſi è addotta nell' annotazione 3. del capo 1.

Oltre le due difficultà finora eſpoſte alcuni hanno preteſo, che nelle acque correnti per gli alvei, ſiccome le ſezioni inferiori, cioè quelle, che vanno avanti, toccano, e ſoſtengono le altre, che immediatamente lor tengon dietro, così tolgano al corſo di queſte la libertà, nè le laſcino movere con quella velocità, che converrebbe alla diſceſa, ſe ſi tratta di canali inclinati, o alla preſſione ſe d' orizzontali. Io tuttavolta non ſo comprendere qual fondamento abbia una tale difficultà. Imperocchè ſebbene è vero, che la ſezione antecedente ſoſtiene quella, che la ſeguita, parmi tuttavia, che un tale ſoſtentamento non poſſa cagionare in queſta alcuna diminuzione di quella velocità, che eſſa può aver concepita per le cagioni atte a produrla, ma altro effetto non faccia, che di un' impedimento, mercè cui quel velo d' acqua, che per un' iſtante paſſa per quella ſezione non può cangiare la ſua figura (che ſupporremo rettangola) ſpianandoſi colla propria gravità, e ſtendendoſi ſul letto del canale, come farebbe, ſe non foſſe ſoſtenuto, ma neceſſariamente debba tenerſi ritto, e ciaſcuna parte di eſſo andare per la ſua direzione con quella velocità, di cui è affetta, ſenza che queſta però punto ne reſti ſcemata; e la ragione è, perchè niuno oſtacolo può fare un corpo precedente ad un' altro, che gli tien dietro, e gli è contiguo quando il primo fugga con velocità eguale, o maggiore di quella, con cui ſi avanza il ſecondo. Ora egli è certo, che (fingendo tolti tutti gli impedimenti) ciaſcuna parte di acqua, che è più avanti nel corſo, di ſua natura è più veloce, o almeno egualmente veloce, che l' altra, la quale la ſeguita nell' iſteſſa linea orizzontale, o inclinata per cui s' intende moverſi ciaſcun filo d' acqua; dunque è evidente, che queſta non riceve alcun ritardo dal contatto di quella, niente più di quello, che le parti ſuſſeguenti d' un corpo ſolido, che sdruccioli lungh' eſſo un piano, ne ricevano dalle precedenti del medeſimo corpo. E certamente anche nelle cadute d' acqua, che ſi chiamano libere, le ſezioni del getto, che vanno avanti, toccano quelle, che le ſeguitano, e pure ſi accorda, che non ne rallentino il moto.

Si è detto *fingendo tolti tutti gl' impedimenti*, imperocchè ſe ſupporremo, che alla ſezione anteriore ſi affacci qualche oſtacolo, che ſcemi la velocità a tutte, o ad alcune delle parti di eſſa, non v' ha dubbio, che la ſezione poſteriore non venga anch' eſſa in tutto, o in parte trattenuta, onde allora la diſceſa (parlando de' fiumi inclinati) non può produrre in queſta tutta quella velocità, che vi avrebbe prodotta, nè ciò dall' Autore ſi niega, anzi ſi accorda in più luoghi di queſto trattato; ma allora un tale effetto ſi paleſa coll' alzarſi, che fa l' acqua, non pure in quella ſezione, a cui è immediatamente applicato l' oſtacolo, ma eziandio in tutte le altre ſuperiori, che più, o meno ponno riſentirne l' effetto; onde la ſuperficie per quel tempo, e in quello ſtato non è permanente. Ma ſiccome la reſiſtenza del detto oſtacolo non è infinita, così neceſſariamente dee eſſervi un termine d' alzamento non meno della detta ſezione, che di tutte le altre, che riſentono l' oſtacolo, nel qual termine equilibrandoſi la forza della diſceſa, che accelera l' acqua con quella della reſiſtenza, che la ritarda, ne riſulti in ciaſcuna ſezione una velocità ſufficiente a ſmaltire ſotto l' altezza acquiſtata tutta l' acqua del fiume (alla qual velocità può anco per avventura concorrere talvolta lo ſteſ-

ſo

mi; le grandi ineguaglità de' fondi, bene ſpeſſo pieni di ſaſſi, o ghiare; gli oſtacoli lateralmente eſiſtenti nelle ripe; le tortuoſità de' fiumi &c. (*a*): impedimenti tutti, che pongono un'oſtacolo conſiderabiliſſimo al corſo dell'acqua, atto a diſtruggere, preſſo che del tutto, ogni velocità antecedentemente acquiſtata.

RE-

ſo alzamento ſeguito) e ridotto il fiume a tale ſtato, cioè fattaſi permanente la ſuperficie, torna ad aver luogo il diſcorſo ſinora fatto, cioè, che la ſezione anteriore non può fare alcuna remora alla poſteriore, ma ſolo può ſoſtenerla in quello ſtato di velocità, in cui ſi trova, e che ha potuto imprimerle quella tal forza, che la move modificata dalla reſiſtenza dell' oſtacolo; e il volere, che di nuovo la velocità delle parti ſuſſeguenti reſtaſſe diminuita dal contatto delle antecedenti ſarebbe un ſupporre, che una forza ſeguitaſſe a prevalere all' altra anche dopo il loro equilibrio.

(*a*) Non oſtante, che di ſopra ſi ſia avvertito non poterſi mai l' acqua de' fiumi in virtù delle reſiſtenze uniformi ridurre ad un moto perfettamente equabile, non laſcia d' eſſer vera la dottrina dell' Autore, sì, perchè oltre le dette reſiſtenze (che conſiſtono ne' ſoffregamenti colle aſprezze delle ſponde, e del fondo) ve ne hanno altre quaſi perpetue, come le tortuoſità, i gorghi, e i ridoſſi, le larghezze diverſe, e altre ſimili, che concorrono or l'una, or l'altra non pure ad impedire l' aumento della velocità, ma ad indurre poſitivo ritardamento (ſe non quanto queſto poi ſi ripara in parte dall' aumento dell' altezza, come appreſſo vedremo) sì anche, perchè non ſi intende quì di parlare di una equabilità rigoroſa, e mattematica, ma baſta una equabilità fiſica, cioè, che l' acceleramento nella diſceſa ſi renda inſenſibile, o quaſi inſenſibile.

Ora, che ciò veramente ſucceda ne' fiumi, aſſai manifeſto indizio ne fa l' eſperienza, moſtrando, che nelle ſezioni egualmente larghe, comecchè in ſiti aſſai lontani fra loro, trovaſi a un dipreſſo la medeſima altezza viva d' acqua, onde ne' tratti più regolari, ancorchè aſſai lunghi, la ſuperficie ſi oſſerva parallela, o quaſi parallela al fondo, benchè inclinato all' orizzonte, anzi ancorchè alle ſezioni più anguſte ne vadano alternatamente ſuccedendo delle altre alquanto più larghe per brevi tratti; pure ſi mantiene il detto parallelismo, dovendoſi allora intendere, che le larghezze di queſte ultime non ſiano vive. Quindi è, che a ciaſcun fiume ſiamo ſoliti di aſſegnare una tale determinata miſura d' altezza viva d' acqua, dicendoſi, che il tale nelle piene ne porta v. g. 10. piedi, il tal' altro 20. &c. la qual miſura è dedotta dall' oſſervazione de' tratti predetti (lungi tuttavia dagli sbocchi, ove le altezze ponno eſſer morte) e moſtra un' equabilità ſenſibile di velocità media, che dee andare neceſſariamente congiunta coll' egualità delle ſezioni.

Che poi l' Autore enumeri in queſto luogo fra le cagioni di poſitiva reſiſtenza, che incontrano i fiumi, la poca declività del loro alveo, ſi dee intendere in queſto ſuppoſto, che il fiume dopo aver corſo per un piano più inclinato ſi riduca a correre per un'altro meno inclinato; imperocchè ſe nello ſcorrer quel piano, ancorchè più ripido hanno potuto gl' impedimenti incontrati togliere l' accelerazione, e ridurre il moto all' equabilità, converrà, che nel ſecondo, in cui pure s' incontrano ſimili oſtacoli al corſo dell' acqua, e la declività non dà tanto ajuto per ſuperarli, ſi ſcemi anche quella velocità equabile, che è reſtata nel primo, facendoſi di nuovo bensì equabile il moto, ma con grado minore di velocità, onde ſi può conchiudere, che per ciaſcuna inclinazione vi ha un grado di velocità terminale, a cui ben toſto riduceſi il fiume, purchè ſi tratti ſempre della ſteſſa quantità d' acqua, come pure notò il Mariotte nel fine della parte 3. del trattato del moto delle acque; e pero è manifeſto, che la tenuità della pendenza ſerve di poſitivo impedimento all' accelerazione; e ciò dee eſſer vero mettendo anco da parte quella diminuzione di velocità, che nell' annotazione 3. abbiamo detto dover ſeguire nel punto del paſſaggio da un piano all' altro.

REGOLA II.

Ridotto, che sia il corso dell' acqua all' equabilità, le dee però restare impressa quella velocità, che ha acquistata antecedentemente nello scorrere per lo suo piano, e questa è regolarmente maggiore, quanto maggiore è la declività del suo letto; Poichè, avendo maggior forza di superare gl' impedimenti, l' acqua, che scorre per un' alveo più inclinato, che non ha quella, la quale corre per un meno inclinato; viene ad avere maggior proporzione la forza al suo resistente nel primo caso, che nel secondo; e dovendo, per ridursi all' equabilità, essere eguale l' aumento della velocità, che succederebbe, all' impedimento del resistente; ne nasce in conseguenza, che più tardi si faccia tale uguaglianza, o che maggiori si aggiungano i gradi della velocità all' acqua, quanto maggiore è la declività: E questa è la ragione, per la quale i torrenti, che scendono dalle montagne con precipitose cadute, superano facilmente gli ostacoli ordinarj, che loro si oppongono per freno del corso.

REGOLA III.

Dalla medesima ragione facilmente si può dedurre, *che* (a) *la velocità di un fiume allora sarà maggiore, quando più grande sarà il corpo d' acqua, che porterà;* posciachè, (supposto il medesimo pendio, e le medesime resistenze) avrà più forza di superar queste, la copia più grande dell' acqua, come più grave, che la minore: e perciò i fiumi nelle loro piene, corrono con maggiore velocità, che ne' tempi, ne' quali sono più magri di acqua; il che è vero ancora per un' altra ragione, cioè, perchè l' acqua più alta, e per conseguenza maggiormente lontana dal fondo, più si scosta dalle resistenze di esso. Bisogna però avvertire di non lasciarsi ingannare dall' apparenza, che ordinariamente lusinga gli uomini a giudicare della portata dell' acqua di un fiu-

(a) Quì parla d' un medesimo fiume, che porti ora maggiore, ora minor quantità d' acqua, e dice, che avrà maggior velocità nel primo, che nel secondo stato, adducendone la ragione, perchè nel primo avrà maggior forza di superare gli impedimenti, che nel secondo; la qual ragione, come è manifesto, non è fondata sulla maggiore altezza delle sue sezioni nel primo, che nel secondo caso, ma sulla maggior copia, o come egli la chiama sul maggior corpo d' acqua, onde si applica a tutti i fiumi [considerando in ciascuno di essi sempre l' istessa sezione] senza distinguer fra quelli, la velocità de' quali dipende unicamente dalla discesa, e quelli, ne' quali secondo le sue ipotesi vi ha parte l' altezza corrente. Però malamente ragionerebbe chi trasportando questa dottrina da un fiume ad un' altro, o da una sezione ad un' altra, e argomentando la copia dell' acqua dalla altezza, sotto cui corre [posta un' eguale larghezza] giudicasse universalmente ivi esser maggiore la velocità dove l' altezza è maggiore, mentre al contrario la maggior' altezza può talvolta indicare minor velocità, come egli avverte nel fine di questo §., e come si dedurrà dalle cose, che sieguono.

fiume, dalla grandezza della sezione di esso, senza considerazione della velocità; poichè può darsi il caso, che l'altezza maggiore dell'acqua dipenda dal ritardamento della velocità, non dall'accrescimento di acqua nel fiume; e che in vece, che dall'altezza maggiore si possa arguire maggior velocità, piuttosto si riscontri minore; ma ciò non succederà ne' nostri supposti.

R E G O L A IV.

Ne' fiumi, ne' quali la maggiore altezza viva dell'acqua aiuta le parti impedite di essa, a non cedere tanto alla forza degli ostacoli; quanto minore sarà la larghezza dell'alveo, tanto maggiore sarà la velocità (a). La ragione è manifesta; perchè negli alvei più ristretti, il medesimo corpo d'acqua corrente, più si eleva di superficie; ma, per lo supposto, maggiore altezza d'acqua, maggiormente ajuta a superare gl' impedimenti, e quanto più facilmente si superano gl' impedimenti, tanto maggiore riesce la velocità; adunque negli alvei più ristretti &c. maggiore si farà la velocità; e per conseguenza più tardi si arriverà al moto equabile, e più gradi di velocità si avranno in esso. Vero è, che le sponde più ristrette, accostandosi più a tutte le parti dell'acqua, fanno, che gl' impedimenti laterali altresì più operino; Ma ciò non ostante, se non s'arrivi all'eccesso, più potrà sempre l'accrescimento della velocità acquistata per l'altezza, che il ritardamento fatto dalle sponde.

R E G O L A V.

Ma que' fiumi, ne' quali l'altezza del corpo d'acqua non accresce la velocità, e che vanno tuttavia accelerandosi; quanto maggiore avranno la larghezza, tanto più veloci saranno. La ragione si è, perchè, in maggiore larghezza, più abbassandosi la superficie dell'acqua, viene ogni parte di essa ad aver fatta maggiore discesa; e perciò ad aver' acquistati più gradi di celerità. Dee però avvertirsi, che l'abbassamento dell'acqua non sia tanto grande, che avvicinandosi di soverchio al fondo, non risenta maggiormente gl' impedimenti del medesimo; altrimenti succederà tutto il contrario; e perciò la proposizione si dee intendere in termini abili.

R E G O L A VI.

Se la velocità d'un fiume, dopo una conveniente discesa, sia resa e- qua-

(a) Cioè a dire in que' fiumi, o in que' tratti di fiume, ne' quali l'altezza stessa delle sezioni ripara la velocità della discesa scemata dagli impedimenti, come egli suppone, che succeda, e come si dirà nella annotazione seguente.

quabile, e dopo ritrovi tali impedimenti, che bastino a distruggere una parte di essa; in tal caso bisognerà, ch' ella si diminuisca, e ne sieguano nel fiume quegli effetti di alzamento, che devono succedere al rallentarsi del moto; ma cessati, o oltrepassati gl' impedimenti, tornerà l' acqua a riassumere i perduti gradi di velocità, sino a riacquistare quello, che è dovuto del letto, al corpo di acqua, ed alla qualità degl' impedimenti, che sono continui per tutto l' alveo. Quindi è, che trovando, per l' ordinario, *l' acqua corrente* nel suo flusso nuovi ostacoli, e non essendo questi, per lo più, continuati, *non si trova, quasi mai, in essa una perfetta equabilità di moto, se non quando questa deriva solamente dagli sfregamenti col fondo, e con le ripe*, che sono resistenze necessarie, e continuate per tutto il tratto dell' alveo. Da ciò anche deriva, che *i fiumi, che corrono in ghiara, non ostante, che abbiano l' alveo inclinato considerabilmente, sono sempre in un continuo acceleramento, e ritardamento*; ed al contrario, *quelli, che corrono in sabbia godono una maggiore uniformità di moto*.

Tra gl' impedimenti, che si frappongono al corso dell' acqua, uno de' più considerabili è la perdita, o la diminuzione della pendenza, alla quale succede il ritardamento della velocità dell' acqua, la quale, quando prima sia stata equabile, non mai potrà riacquistarsi, se non torni in essere il primiero pendio, o non si diminuiscano a proporzione le resistenze. Che *se il corso dell' acqua non sia intieramente ridotto all' equabilità; lo scemarsi del declivio farà* almeno, *che la velocità più presto s' eguagli*, e potrà anche far sì, che il grado di velocità acquistato si scemi, secondo la differenza, che sarà fra il pendío antecedente, e il susseguente.

Se le acque fossero corpi solidi, non dovrebbe cercarsi la velocità del loro moto, che nell' accennata inclinazione dell' alveo; ma per l' altra parte, la declività, che ordinariamente si trova nel letto de' fiumi, anzi quella, che si riscontra ne' torrenti più rapidi, non sarebbe bastante, per ragione dell' ineguälità de' fondi, a permettere, che le acque potessero discendere al basso, come non lo permette a' corpi solidi di maggior peso, e specifico, ed assoluto; ed in fatti, gelata, che sia l' acqua de' fiumi, cessano essi dal correre. Noi abbiamo, perciò, detto di sopra, che, acciò le acque possano scorrere per li loro alvei, si richiede l' aiuto della fluidità, per causa della quale può impedirsi, o ritardarsi una parte di esse, senza che questo ritardamento tiri seco egualmente quello di tutte le altre. La fluidità perciò, opera molto in permettere, che la gravità cagioni velocità nell' acqua corrente, perchè, essendo certo, per la stessa ragione della fluidità, che tro-

trovandosi l'acqua in qualche altezza di corpo, le parti superiori premono le inferiori, e colla forza della caduta, (*a*) le obbligano a ricevere

---

(*a*) Quì stabilisce l' Autore un' altra cagione di velocità nelle acque correnti per gli alvei inclinati, oltre quella della discesa dall' origine del fiume, e vuole, che quando dopo ridotto il moto all' equabilità s' incontrino nuovi impedimenti atti a rallentarne il corso, l' istesso alzarsi, che dee far l' acqua per passar tutta per la sezione, in cui siegue tale rallentamento, possa ristorare in parte la velocità, o piuttosto far sì, che questa di tanto non si scemi, e ciò in virtù della pressione, che le parti superiori della sezione rialzata comunicano alle inferiori, comecchè egli volentieri si astenga da questo vocabolo di pressione per la ragione addotta nel capo primo §. *Per far vedere* [dove vedi l' annotazione] e spieghi anche questo effetto come uno sforzo di caduta, o discesa, il che tuttavia non varia la sostanza della sua dottrina.

Alcuni non si mostrano interamente persuasi di questo aumento, o ristoramento di velocità dipendente dall' altezza, che la sezione acquista per gli ostacoli incontrati, e ciò per la ragione accennata da noi nella nota 8. di questo capo, cioè per lo scrupolo, se l' acqua superiore, quando attualmente corre, possa produrre qualche aumento di celerità nell' inferiore. Ma un tal dubbio parmi, che debba cessare per ciò, che avverte il P. Abate Grandi nello scolio della prop. 1. del capo 6. del suo trattato del movimento delle acque, nel qual luogo mostra non doversi aver riguardo alcuno al movimento dell' acqua in ordine al premere, che essa fa il fondo, purchè questo sia piano, ancorchè inclinato all' orizzonte, essendo allora affatto nulla la forza centrifuga, la quale per altro concorrerebbe ad accrescere la pressione, se il fondo fosse concavo, o a diminuirla se fosse convesso; onde potendosi gli strati inferiori dell' acqua riguardare come tanti fondi sensibilmente piani rispetto all' acqua superiore, che scorre sopra di essi, ne siegue, che debbano risentire la medesima pressione dall' acqua corrente, che soffrirebbero, se fosse stagnante in altezza eguale. Egli è ben vero, che attesa l' inclinazione dell' alveo, la pressione dee scemare nella ragione, in cui il seno della declinazione di esso dal perpendicolo scema dal sino totale, ma tal differenza per lo più non è d' alcun momento, attese le pendenze quasi insensibili, che hanno gli alvei de' fiumi naturali.

Comunque sia, parmi, che l' esperienza bastantemente ne faccia sicuri, che l' alzarsi dell' acqua nella sezione d' un fiume concorra il più delle volte ad accrescere la velocità alle parti inferiori; perciocchè se così non fosse, dovrebbero spesse volte seguire alzamenti molto maggiori di quelli, che in fatti si osservano. Non è difficile farne prova col ristrignere di vantaggio una sezione di qualche canale, la quale già sia delle più anguste di esso, onde non si possa sospettare, che tutta la larghezza non sia viva, e colla condizione, che il canale abbia fondo, e sponde resistenti, affinchè non si alterino nell' atto dell' esperimento. Se per tal modo si ridurrà la larghezza v. g. alla sua metà, non si vedrà però l' acqua, che dovrà passare per quella metà farsi alta del doppio di quel che era avanti l' apposizione dell' impedimento, ma per lo più si eleverà d' assai poco, e tanto meno quanto più lento sarà il moto del canale, e l' istessa altezza si vedrà continuare nelle sezioni susseguenti dalla parte disotto, se ivi ancora o naturalmente, o artificialmente l' alveo sarà ridotto a simil larghezza; e pure se all' alzarsi dell' acqua non crescesse la velocità, dovrebbe l' altezza della sezione ristretta esser doppia della primiera altezza per compensare la larghezza primiera, che era doppia della residua. Qualche cosa di simile si osserva nel ridursi l' acqua d' un fiume fra le angustie de' piloni d' un ponte sotto cui debba passare, ne' quali casi non si troverà, che nelle sezioni ristrette del ponte l' acqua arrivi a tale elevazione, che compensi di gran lunga la diminuzione della larghezza.

Tralascio altri riscontri di tal verità, che potrei dedurre dall' osservazione di più fiumi, che si uniscano insieme, e da altre simili, parendomi, che basti l' esperienza addotta, in cui non so vedere, che per la spiegazione si possa ricorrere ad

vere uno sforzo di muoversi verso qualsivoglia differenza di luogo, che, ridotto all' atto, produce nelle parti, che ne sono dotate, quel preciso grado di velocità, che loro avrebbe dato la discesa dalla superficie dell' acqua fino al luogo, nel quale ciascheduna di esse si trova; bisogna confessare, che *la velocità dell' acqua non solo dipende dalla discesa fatta per un' alveo declive; ma ancora dal peso, o pressione esercitata dalle parti superiori sopra le inferiori*, secondo la Regola assegnata di sopra.

R E G O L A VII.

Quindi è, che *ne' fiumi, presso le loro origini, dove regolarmente hanno cadute considerabili, la velocità dell' acqua si desume più dall' accelerazione, che dall' altezza del corpo dell' acqua medesima*, ma nello scostarsi, che fanno, dal loro principio (resa insensibile, e talvolta levata affatto la declività dell' alveo) ne siegue, che, contrastando sempre gl' impedimenti alla velocità del fiume, finalmente si distrugga ogni grado di velocità acquistata per la caduta; ma non perciò si tolga il corso al fiume, sottentrando l' altezza dell' acqua a produrre quella velocità, che è necessaria allo scarico dell' acqua somministrata dalla parte superiore dell' alveo; e perciò *i fiumi di poca declività*, (a) *sono più velo-*

ad altro, che alla velocità accresciuta nelle parti inferiori per la pressione delle superiori, nelle quali la velocità dee all' incontro essere scemata piuttosto, che accresciuta per essersi coll' alzamento sminuita la loro discesa. Veggasene ciò non ostante un' altra riprova nell' annotazione 1. del capo 10.

Posta dunque una tal dottrina almeno per ipotesi, ci resta da avvertire, che sebbene le parti superiori di una sezione, ancorchè corrente, hanno forza di imprimere nelle inferiori quel grado di velocità, che conviene alla loro altezza, e pressione, nel modo che si è detto, nulladimeno non sempre sono in istato di produrre in tutto, o in parte tal' effetto; mentre ove le parti inferiori già si trovino affette d' una velocità maggiore, o eguale a quella, che potrebbe produrre in esse la detta pressione, questa non opererà di sorta alcuna, come l' Autore ha notato nel §. *Nel moto* di questo capo 4. Ove poi la velocità delle inferiori fosse minore, allora si accrescerà bensì la loro velocità, ma non già fino a quel grado, che l' altezza, o pressione suddetta produrrebbe, se non vi fossero gli impedimenti, ciò non permettendo la resistenza di questi; ma solo fino a segno, che tra l' ampiezza delle sezioni accresciute per l' alzamento, tra la velocità delle parti inferiori parimente aumentata, e tra quella delle superiori scemata in parte nell' istesso atto dell' alzarsi, venga a poter passare tutta l' acqua del fiume, e allora non seguirà più nè alzamento, nè cangiamento alcuno nelle velocità. Ciò si è dovuto avvertire, affinchè le parole dell' Autore in questo luogo, cioè, che per l' alzamento dell' acqua si produca nelle parti inferiori di essa *quel preciso grado di velocità*, che può prodursi da quella pressione (o come egli si spiega da quella *discesa* dalla superficie corrente della sezione) non interpretino, come se egli intendesse, che generalmente in tutte le sezioni eguale altezza producesse, eguale velocità, benchè le sezioni fossero inegualmente impedite, il che è assai lontano dal suo intendimento, come si vedrà nel capo 7., e nell' 8. di questo trattato.

(a) Per altezza viva d' acqua si dee intendere quì, ed altrove quella parte dell' altezza, che nella data sezione resta superiore al fondo regolare del fiume, ed ezian-

veloci di corso, quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che portano.

Dipendendo dunque il corso de' fiumi, e dalla caduta, e dall' altezza del corpo di acqua, e non riconoscendo mai una parte di acqua, la sua velocità, che da un solo principio; *può darsi il caso, che*, trattandosi di tutta quella quantità di acqua, che passa nel medesimo tempo per una data sezione di fiume, *una parte*, per esempio l' inferiore, *abbia la velocità regolata dall' altezza viva dell' acqua; e l' altra parte*, v. g. la superiore, *dalla discesa, trovandosene anche qualch' altra, nella quale si pareggino le efficienze delle due cause*, dimanierachè tutte le parti d' acqua inferiori ad essa, siano veloci per l' altezza dell' acqua, e tutte le superiori per la caduta.

Sia, per esempio, (*Fig.* 14. *Tav. VII.*) il lago, o fonte A B E, dal quale esca l' acqua, che debba scorrere per lo canale connesso, ed inclinato B K, e l' acqua nella prima sezione abbia l' altezza B A, e sia la linea E S l' orizzontale per la superficie dell' acqua del lago: Certa cosa è, che essendo l' acqua in B nel primo punto della pendenza B K, non può avere altra velocità, che la dovuta all' altezza, che ha la superficie del lago sopra il fondo B dell' emissario; e perciò il punto B avrà la velocità, ch' è dovuta all' altezza B R, o alla discesa E B, e la superficie dell' acqua nella prima sezione in A, avrà quella velocità, che è propria della discesa E A, o dell' altezza S A: Continuandosi poscia il moto per lo canale B K, ed accelerandosi continuamente tutte le

eziandio superiore al livello del recipiente di esso per modo, che cessando per avventura il corso del fiume, niente d' acqua rimanga in quella parte della sezione. Ciò posto vuole la presente regola, che ne' fiumi poco declivi quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che il fiume porta, tanto egli sia più veloce di corso, il che, se si parla d' un medesimo fiume, e di una medesima sezione di esso, non può avere difficultà alcuna, mentre supponendosi in simili fiumi la velocità dipendere o del tutto, o per la massima parte dall' altezza, e restare solamente raffrenata più, o meno dagli impedimenti, ne siegue, che ove l' altezza è maggiore, e gli impedimenti non sono punto maggiori [come accade in una medesima sezione d' uno stesso fiume] debba eziandio trovarsi velocità maggiore. Ma se si paragonano insieme diversi fiumi, ciascuno de' quali sia di poca declività, avvegnachè amendue di egual larghezza, tal regola non è rigorosamente vera senza qualche limitazione, cioè per verificarla convien supporre gli impedimenti nell' uno, e nell' altro di egual forza, e particolarmente, che sia eguale quell' impedimento, che nasce dalla tenuità della pendenza, che vuol dire, che le pendenze sieno eguali. E la ragione è, perchè posta in due fiumi di tal natura, eguale altezza d' acqua, non sarebbe tuttavia rigorosamente eguale la loro velocità, se gli impedimenti predetti non fossero eguali, anzi per le cose dette nell' annotazione precedente, maggior velocità, si produrrebbe dalla medesima altezza d' acqua nel fiume meno impedito, che nell' altro più impedito; onde potrebbe ancora in quest' ultimo crescere alcun poco l' altezza, senza che la velocità oltrepassasse, nè pure uguagliasse la velocità dell' altro. L' istesso discorso si può applicare ad un medesimo fiume considerato in diverse sue sezioni.

te le parti dell' acqua, si disporrà la superficie di questa in una linea curva ALI, che anderà sempre accostandosi al fondo BK a misura dell' accrescimento, che avviene alla velocità (a). Tirata perciò per lo punto E, la EO perpendicolare all' orizzonte; circa di essa, come asse, si descriva la linea curva EBDFP, che, astraendo da tutti gl' impedimenti, dovrebbe essere parabolica: E supposto, che l' acqua del fondo, giunta che sia in G, incontri tali impedimenti, che possano ridurla all' equabilità, si tiri per lo punto G la linea GDM orizzontale, la cui parte MD mostrerà la velocità del punto G; e supponendo pure, che le resistenze da G in K, continuino senza accrescersi, o sminuirsi; sarà la velocità da G, in K sempre la medesima; e perciò, per lo punto D tirata la linea DT, parallela alla MO, tutte le velocità del fondo anderanno a terminare nell' ambito della figura EBDT, composta della curva ED, e della retta DT: Ma perchè nella medesima sezione, la superficie L non è tanto veloce, quanto il fondo G, per avere minore la discesa, la di cui differenza è CM; continuerà il punto L ad accelerarsi, v. g. fino al punto V, l' orizzontale del quale coincida con quella del punto G: ed allora l' acqua nella perpendicolare della sezione VX, sarà di eguale velocità, tanto nella superficie, che nel fondo del canale XK.

Questo caso però, se non è impossibile, almeno è molto raro, perchè regolarmente l' acqua è più impedita nel fondo, che nella superficie; e perciò, fattasi eguale la velocità di V a quella di G, non cesserà la velocità di V d' aumentarsi di vantaggio. Supponiamo dunque, che l'accrescimento della velocità si renda sempre maggiore fino in I, e quivi si faccia l' equabilità; Condotta dunque per lo punto I l' orizzontale IN, sarà FN la velocità di I; e perchè questa più non può accrescersi, condotta per F la linea FH, parallela ad NO, tutte le velocità della superficie dell' acqua da A in I &c. anderanno a terminare alla circonferenza EBFH, composta della retta FH, e della curva EDF, e le velocità di tutte le altre parti fra la superficie, ed il fondo, avranno la sua equabilità ne' punti fra D, ed F, da ciascheduno de' quali, se si tireranno delle paralelle all' asse EO, saranno queste racchiuse fra le due DT, FH: Dal che si raccoglie, che in

(a) La figura della superficie ALI fu già determinata dall' Autore nella prop. 7. del libro 5. della misura delle acque correnti, supposto, che il fondo BK sia piano, e il canale di larghezza uniforme, per un' iperbola del quarto grado. Ha poi il P. Abate Grandi nel capitolo 3. del libro 2. del trattato del movimento delle acque dimostrato qual debba essere l' istessa figura della superficie in diverse altre supposizioni della larghezza, e della figura del fondo, anzi nella prop. 20. del medesimo capo ha assegnata una regola generale per ritrovarla, qualunque sia la linea del fondo.

in tal ſuppoſto la maggiore velocità del canale, o fiume nella parte inferiore al punto V, è nella ſuperficie dell' acqua; minore nel fondo; e nelle parti di mezzo, tanto è maggiore, quanto più l'acqua ſta lontana dal fondo, che è quello, ch' io notai nello Scolio della Prop. IV. *del ſecondo libro della miſura delle acque correnti*.

Ciò eſpoſto, ſe dopo ridotte tutte le parti dell'acqua all' equabilità, s' incontraſſero nuovi impedimenti, che levaſſero gran parte della velocità acquiſtata; certa coſa è, che a proporzione della velocità levata, dovrebbe alzarſi il corpo d' acqua; la quale quando nell' elevarſi, riceveſſe dalla ſua altezza tanta energia, che poteſſe imprimere nelle parti più baſſe delle ſezioni, velocità maggiore di quella, che loro era reſtata, dopo la proporzione levata dagl' impedimenti; non v' ha dubbio, che elevataſi l'acqua a tanta altezza, che le poteſſe baſtare per iſcaricarſi, non creſcerebbe ella di vantaggio; ma in tale ſtato continuerebbe il ſuo moto, quando ſi continuaſſero gl' impedimenti medeſimi.

Per eſempio, ſupponiamo (*a*), che l' acqua, nel correre, abbia acqui-

(*a*) A maggior dilucidazione di tutto il ſiſtema dell' Autore intorno alle diverſe cagioni, e proporzioni delle velocità ne' diverſi tratti del fiume, ſia (Fig. 61. Tav. XVII.) il piano del canale inclinato BK di uniforme larghezza, ſopra il quale ſcorra il fiume con moto, che ſenſibilmente ſi vada accelerando per tutto il tratto BG, onde le ſezioni di eſſo AB, GL ſi vadano di mano in mano rendendo meno alte, e la ſuperficie AL accoſtando al fondo con diſporſi nella linea curva AL, la quale, facendo aſtrazione dagl' impedimenti, dovrebbe eſſere, come poc'anzi ſi è detto, del genere delle iperbole, ma a cagione di queſti, potrà ſecondo la loro diverſa ſituazione, e attività eſſere d' altra natura. Giunto poſcia il fiume alla ſezione GL poniamo, che la velocità di ciaſcuna parte dell' acqua tanto nella ſuperficie, quanto nel fondo, e nel mezzo ſia ridotta ad una equabilità ſenſibile [comecchè con diverſi gradi di velocità nelle diverſe parti] e che per lo tratto ſuſſeguente GK tale ſi mantenga, continuando fino in K gli impedimenti ſempre uniformi. Dovrà dunque nel detto tratto GK mantenerſi eziandio l'altezza GL, KM ſempre d'una coſtante miſura, e però la ſuperficie LM ſi ſtenderà in una linea retta parallela al fondo GK. Ma poſto, che nella ſezione KM ſi incontri un' oſtacolo atto a ſcemare, o in ciaſcuna parte dell' acqua, o in alcuna di eſſe il detto grado di velocità equabile, certo è, che non potendo ſotto la primiera altezza MK paſſare tutta la quantità dell' acqua, che porta il fiume, dovrà queſta accumularſi, e ſollevarſi ad altezza maggiore. Facendo dunque come la velocità media riſultante da tutte le velocità reſidue delle parti dell' acqua dopo incontrato l'impedimento, alla velocità media primiera riſultante dalle diverſe velocità, che eſſe avevano prima d' incontrarlo, così la primiera altezza KM alla KC, ſarebbe KC quell' altezza, fino a cui ſi dovrebbe alzar la ſezione impedita, ſe nello ſteſſo atto d'alzarſi le parti inferiori non poteſſero riacquiſtare dalla preſſione delle ſuperiori alcuna parte della perduta velocità, il qual caſo ſeguirebbe, quando la velocità loro, benchè ſcemata dall' impedimento, foſſe ancor maggiore di quella, che potrebbe produrre la preſſione KC. Ma ſe al contrario la detta velocità reſidua foſſe minore di tal miſura, egli è manifeſto, che per dar paſſaggio a tutta l'acqua del fiume, non vi ſarebbe biſogno di tutta l'altez-

acquistata, nell' atto di ridursi all' equabilità, una velocità competente a dieci piedi di caduta, o di discesa; e che perciò l' acqua, attesa anche la sua quantità reale, debba scorrere con un' altezza di corpo di quattro piedi nella sua sezione. Questa altezza dunque dovrebbe sempre mantenersi, continuandosi gl' istessi impedimenti, e la stessa larghezza, e pendenza di alveo; Ma incontrandosi maggiori resistenze, supponiamo, che queste levino a tutta la sezione del fiume, la metà della velocità antecedente; E' certo *per la prop. 3. del primo libro della misura delle acque correnti*, che in tal caso l' altezza dell' acqua dovrebbe crescere il doppio; cioè a piedi 8.; ma perchè, se alla discesa di piedi 10. corrisponde una velocità determinata, la metà di essa non compete, che a una quarta parte della predetta caduta, cioè a piedi due, e mezzo;

---

tezza KC, ma si dovrebbe dare un termine di alzamento D inferiore al punto C, in cui l' altezza della sezione bastasse per l' appunto a smaltire colla velocità così aumentata tutta quell' acqua, che senza il detto aumento avrebbe richiesta l' altezza KC, e però alzatasi la sezione fino in MD cesserebbe l' alzamento, e la superficie si stabilirebbe in D.

Dove è da notare, che sebbene le parti inferiori dell' acqua verso il fondo K per l' alzamento seguito fino in D si suppongono rendute dalla pressione DK più veloci di quel, che sarebbero state dopo la diminuzione fatta alla velocità loro dall' impedimento incontrato, al contrario le parti verso la superficie D debbono essersi rendute meno veloci, come quelle, che non pure non ponno rinfrancarsi di tal perdita in virtù della pressione (la quale presso D è piccolissima, e nello stesso punto D affatto nulla) ma hanno di nuovo perduto nell' alzarsi fino in D qualche parte di quella velocità, che avevano acquistata per la discesa antecedente fino a quella sezione. Si dispensano dunque talmente le velocità nelle diverse parti dell' acqua, che la velocità media della sezione stabilita DK riesca bensì maggiore della velocità media della sezione KC, che competerebbe alle velocità residue dopo l' impedimento, ma riesca all' incontro minore della velocità media della sezione KM, per cui la medesima quantità d' acqua sarebbe passata se non avesse incontrato l' impedimento, che l' obbligò ad alzarsi; onde in simili casi vi è sempre perdita di velocità non ostante il ristoro, che ne fa la pressione.

Non si può figurare, che l' impedimento predetto rallenti solamente la velocità della sezione KM, senza che faccia eziandio qualche remora alle altre sezioni superiori presso KM, nè che il pelo del fiume sollevato fino in D si sostenga senza spandersi al di sopra sulla superficie ML, onde è manifesto, che in essa ancora dovrà seguire qualche alzamento, e che tal' effetto dovrà estendersi fino a un certo termine come NO, più, o meno lontano dalla sezione KM secondo la situazione, e la resistenza diversa dell' impedimento, con questo tuttavia, che le sezioni predette siano di mano in mano meno impedite a misura, che sono più lontane dal sito KM, disponendosi il pelo rialzato come in DN in positura meno inclinata di LM fino a quella sezione NO, che è la più alta di tutte quelle, alle quali può propagarsi la resistenza cagionata dal detto impedimento.

Tutto ciò dee esser vero di qualunque natura sia, e in qualunque modo operi l' ostacolo, che abbiamo figurato apposto alla sezione KM; che se in alcune delle sezioni susseguenti, e inferiori a KD cessasse il detto ostacolo, è manifesto, che l' acqua del canale potrebbe di nuovo abbassarsi, e ripigliare con nuova discesa tutta, o parte della perduta velocità; ma se l' ostacolo, o impedimento predetto da KD in giù fosse uniformemente continuato dovrebbe continuare il fiume a correre sotto altezza eguale a KD.

Que-

zo; potrà l'altezza primiera dell' acqua fare qualche sforzo contro le resistenze; ma non bastando, nell' elevarsi, che farà l'acqua, trovando la velocità competente alla caduta di soli piedi due, e mezzo; sottentrerà essa a premere le parti inferiori dell' acqua, e ad imprimere loro gradi maggiori, non permettendo, che gli ostacoli levino tutta quella velocità, che per altro avrebbero levata; Onde, quando si farà alzata l'acqua tanto, che basti a restituire alla sezione intiera tutta quella somma di velocità, che le è dovuta per iscaricarsi, non s'alzerà di più; ma fermerassi nell'alzamento acquistato. E perchè in tale stato necessariamente dee darsi, che in tutte le parti dell' acqua, si trovi dimezzata la primiera velocità, ma in alcune più, in altre meno

 del-

Questo caso non meglio si può figurare in pratica, che supponendo consistere l' impedimento in una diminuzione di pendenza dell' alveo, che siegua nel punto K, riducendosi questo dalla positura K I all' altra meno declive K F, nel qual supposto scemandosi (per le cose dette all' annotazione 12. c. 285.) la primiera velocità nel passaggio K da un piano all' altro, si riduce il canale ad un nuovo grado di celerità terminale, anch' essa equabile, ma minore di prima, quando da K in giù gli impedimenti sieno uniformi, onde le altezze delle sezioni K D, F Q si rendono di nuovo eguali, e la superficie D Q si stende in una retta parallela al fondo.

Per l' istessa ragione se in un' altro punto inferiore F succederà nuova diminuzione di pendenza, passando l' alveo dalla direzione K F R alla meno inclinata F S, dovrà la sezione F Q alzarsi come in F T, alla quale saranno eguali tutte le altre susseguenti, come S V; e così in ogni altro cangiamento, che seguisse di sotto al punto F; e molto più se l' alveo si riducesse ad essere affatto orizzontale, e con tali diminuzioni di velocità può darsi, che si spenga affatto la velocità della discesa, e che tutta quella, che ha il fiume si debba riconoscere dall' altezza, come l' Autore ha detto nella spiegazione di questa regola 7., onde il moto della superficie dell' acqua si debba unicamente attribuire all' adesione delle parti superiori alle inferiori, che seco le strascinano, come egli spiega poco dopo nella regola 8. al §. *Non è da tacere*, e di nuovo nel capo 7. §. *Di nuovo*. Questo caso di spegnersi affatto, o quasi affatto la velocità della discesa suppone egli essere il più ordinario ne' fiumi, quando sono ridotti a pendenze piccolissime, e quasi insensibili come vedrassi nel capo 7.

Si è figurato, che i cangiamenti di pendenza del fiume si facciano per mezzo d'angoli sensibili ne' punti K, F, ed altri simili, ma l' istesso effetto in ordine all' alzamento delle sezioni succederebbe, se tali mutazioni seguissero a poco a poco, onde il fondo del canale formasse una curva seguita K F S; perocchè sebbene non si darebbe allora quell' improvvisa diminuzione di velocità, che dee seguire passando da un piano all' altro, tuttavia sempre sarebbe vero, che l' acqua, supposti gli impedimenti uniformi, minor resistenza troverebbe a scorrere per le parti superiori, e più declivi, che per le inferiori, e meno declivi, onde sempre dovrebbe scemare la velocità della discesa, e coll' alzamento dell' acqua farsi luogo a quella della pressione.

Si è anche supposto, per seguire la dottrina dell' Autore, che la velocità, prima di restare positivamente diminuita dagli impedimenti nella sezione K M, fosse stata fisicamente equabile per lo tratto del canale G K, ma ciò non è assolutamente necessario, potendo darsi, che tale sia l' impedimento incontrato in K, che basti non pure ad impedire ulteriore accelerazione, ma a distrugger parte della velocità acquistata, ancorchè questa non fosse per anco renduta equabile, come se il fiume da A in M si fosse perpetuamente accelerato, e poi si rallentasse in K senza passare per l' equabilità in alcun tratto intermedio.

della metà, dimanierachè gli eccessi, e i difetti da questa, vicendevolmente si compensino; quindi è, che quelle parti, che avranno velocità tale, che possa essere accresciuta dall' altezza dell' acqua, nell' accrescersi, che fa successivamente, ricupereranno qualche parte della perduta velocità, e quelle, che non ostante la perdita fattane, ancora conservassero il rimanente maggiore di quella, che potesse contribuire l' altezza dell' acqua predetta, la riterrebbero nello stato medesimo senza veruna alterazione; se pure i moti sregolati, che fa l' acqua nell' alzarsi di corpo non servissero di nuovo impedimento; Dal che apparisce, che l' acqua predetta, non si eleverebbe agli otto piedi supposti, se non nel caso, che la velocità dell' acqua vicino al fondo, restasse scemata della sua metà; ed altrettanta fosse la velocità, colla quale scorressero gl' altri quattro piedi di altezza aggiunta.

Perchè dunque, come si dirà a suo luogo, le inclinazioni degli alvei sempre più si sminuiscono, quanto più si scostano dal loro principio; quindi ne nasce, che trovandosi sovente essere così poca *la declività dell' alveo*, che l' angolo formato dalla linea del fondo con l' orizzontale, non arrivi ad essere sensibile, (come appunto è in un pendio simile quello del nostro Reno, che nelle parti inferiori non arriva a cinquantadue seconde) perciò tal declività in alcuni casi *poco opera a rendere veloci le acque de' fiumi; fuorchè nelle parti molto vicine alla superficie dell' acqua*, che sono assai dilicate per risentire ogni picciolo sconcerto del loro equilibrio: Onde è, che *le parti più vicine al fondo, non scorrono al basso per cagione del declivio dell' alveo, ma solo per l' altezza delle acque superiori*, così le mezzane, e le più alte, secondo la diversa declività del fondo dell' alveo.

REGOLA VIII.

Ciò fa conoscere, che *l' acque libere de' fiumi hanno diverse velocità in ognuna delle perpendicolari della stessa sezione*, poichè le parti superficiali ponno avere una velocità apparentemente considerabile; le più basse un poco meno; quelle di mezzo molto più; e le vicine al fondo (prescindendo dalle resistenze) anche più: ma in realtà (mettendo queste a conto) qualche cosa di meno di quelle del mezzo; dal che pare a prima vista, rendersi dubbiosa ogni regola di misurare le acque correnti. Contuttociò, se il metodo assegnato da noi *nel libro 4. della misura delle acque*, s' applicherà a' luoghi proporzionati, ne' quali l' altezza viva dell' acqua sia la più grande, che avere si possa; e che l' alveo sia di poco pendio; e coll' avvertenza, negli altri casi, di toglier di mezzo tutta la velocità acquistata per la caduta, che ordinariamente è nelle parti superficiali dell' acqua (il che si fa esquisitamente coll' ab-

abbassare le cateratte motivate *in detto libro*; anzi si può farne la prova, con fare il calcolo dell' acqua corrente più volte, tenendo abbassata la cateratta, ora più, ora meno: il che anche maggiormente assicura, che le larghezze de' regolatori siano vive) non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente (*a*). Anzi ne' casi di poca pendenza di alveo, e ne' fiumi, che si chiamano rassettati di corso, la velocità della superficie trascurata, non può fare molto divario; anzi piuttosto con quest' aggiunta si può assai bene compensare ciò, che

(*a*) L' ingegnoso metodo, di cui fa quì menzione l' Autore, consiste nell' adattare ad una sezione naturale del fiume una sezione artificiale, o regolatore in figura di rettangolo, per cui si faccia passare tutta l' acqua del fiume, e che sia fornito di una cateratta, che si possa calare da alto fino al fior d' acqua, o alquanto più sotto, e con tal mezzo obbligar l' acqua, che viene dalla parte di sopra ad alzarsi, appoggiandosi alla cateratta, finchè la superficie di essa divenga permanente, il che fatto si renderà la detta superficie per qualche tratto all' insù equilibrata, e stagnante, onde il fiume si potrà in quel sito riputare come un vaso, in cui entri tant' acqua quanta ne esce per la detta sezione artificiale di sotto alla cateratta [che è la medesima quantità, che passava per tutta la sezione naturale del fiume], la quale sarà le veci d' una luce rettangola aperta nella sponda di quel vaso. Misurando dunque dalla superficie dell' acqua ristagnata fino al di sotto della cateratta immersa nell' acqua, si avrà l' altezza dell' acqua del vaso sopra la sommità della detta luce, dalla quale altezza unicamente dipenderà in tal caso la velocità di ciascuna parte dell' acqua, che passerà per quella sezione, onde avendosi la misura, e della larghezza della detta luce, e della sua altezza corrente dal fondo della cateratta a quello del regolatore, non è difficile fare il calcolo della quantità dell' acqua, purchè da altre sperienze si sappia quanta ne esca in un dato tempo da un vaso, per un dato foro, sotto una data altezza, e purchè si abbia riguardo all' inclinazione del fiume, ove questa fosse assai sensibile per determinare rigorosamente l' altezza dell' acqua sopra il centro di velocità della luce. Veggasi il detto libro 4. della misura delle acque correnti nel luogo citato.

Un tal metodo è certamente il più reale, che sia stato suggerito a quest' uso, e si potrebbe mettere in pratica almeno in qualche canale di mediocre portata, raccogliendone poscia attualmente tutta l' acqua per un dato tempo, e misurandola, per riprova di quello, che si fosse conchiuso da tale sperienza: intorno alla quale il principal dubbio, che si possa movere consiste in ciò, che già si è accennato nell' annotazione XI. c. 281. di questo capo, cioè nel paragone della quantità assoluta dell' acqua, che porta il fiume con quella, che esce dal foro d' un vaso, potendosi dubitare se quando al vaso fosse applicato un canale [come lo è in tale sperienza alla luce del regolatore] ne uscisse sotto eguale altezza, quella stessa quantità assoluta, che uscirebbe dalla medesima luce, ove sboccasse liberamente nell' aria, potendone far diffidare il sostentamento dell' acqua, che fanno il fondo, e le sponde del canale, e la modificazione delle velocità, che indi potrebbe nascere. Ben pare verisimile, che facendo tale sperienza in due canali diversi, la proporzione, che si dedurrebbe delle loro portate non dovesse andar troppo lontana dal giusto, attesa la costante regola, che si vede serbar la natura nelle velocità sempre in ragione dimidiata delle altezze, quando nelle prove si adoperano sempre, o semplici fori, o tubi cilindrici, o conici &c., ma il supporre la quantità assoluta dell' acqua la medesima, quando alla sezione non è applicato alcun canale, che quando vi è applicato, non può passare senza qualche ragionevol sospetto Veggasi quello, che si è avvertito nell annotazione XI. c. 281. del presente capo.

che detrae alla vera misura, l'impedimento delle sponde, e del fondo de' regolatori.

Non è da tacere un' altra cagione, che opera nel far crescere, o sminuire la velocità nelle parti dell' acqua, o debbasi essa desumere dalla caduta, o dall' altezza: ed è l'aderenza, o viscosità, o collegazione, benchè poca, che hanno insieme le particelle, tutto che minime, dell' acqua; Perchè, siccome vediamo, che *rallentandosi il moto vicino alle sponde, vengono similmente, benchè sempre meno, impedite anche le parti da esse più lontane*; e che all' incontro, ristringendosi il filone alla ripa, la velocità di questo influisce ad accelerare l' acqua vicina, non ostante la resistenza, che vi trova; così è fuori d' ogni dubbio, che, trovandosi le parti inferiori con moto assai veloce, ne dovranno comunicare qualche parte alle superiori, e che nella medesima maniera gl' impedimenti del fondo ritarderanno non solo l' acqua, che vi sta immediatamente vicina; ma anche quella, che da esso maggiormente si scosta: e questa è una delle ragioni, per la quale ne' canali orizzontali s' osserva qualche velocità nella parte superiore dell' acqua; mentre, per altro, non avendo questa veruna pressione, sembrerebbe, che secondo ogni ragione dovesse restare priva d' ogni moto, o solo averne quel tanto, che può conciliarle in qualche parte la declività della superficie, che è insensibile. E da ciò anche deriva in parte, che nelle piene de' fiumi, le acque si rendono più veloci; poichè accrescendosi per la maggiore altezza dell' acqua, la velocità alle parti inferiori; questa viene ad essere participata ancora alle parti superiori, per ragione dell' aderenza, che hanno queste con quelle. Di tale variazione però nella misura dell' acque non si dee tener conto veruno: attesochè, quanto di moto le meno veloci assumono in se, per la comunicazione delle più veloci, altrettanto queste ne perdono; e non per altro le più veloci si ritardano per la vicinanza di altre meno veloci, se non perchè le prime si spogliano di una parte della propria velocità, participandola alle seconde; ond' è che per tale ben' aggiustata compensazione, non accrescendosi, nè sminuendosi la somma del moto, nè meno si altera la velocità media, dalla quale principalmente dipende la misura dell' acque correnti.

Da tutto il predetto si può raccogliere, per modo di epilogo (1) che *due sono le cause immediate della velocità nelle acque de' fiumi*, cioè una declività dell'alveo, e l'altra, l'altezza viva del corpo dell' acqua; o per dir meglio l'accelerazione del moto acquistata nel discendere dell' acqua per l' inclinazione dell' alveo; e la celerità dovuta alla caduta dall' altezza viva della sezione, fino alla parte di acqua, da essa resa veloce. (2) Che *dette cause non operano unite; ma solo per ragione della* pre-

prevalenza, dimodochè, se più vale l' accelerazione del pendio, che l' altezza viva dell' acqua; a quella, e non a questa deesi la velocità, e per lo contrario. (3) Che *nella medesima sezione, ma non nella medesima parte dell' acqua può avere luogo l' una, e l' altra di dette cause nello stesso tempo*, dimodochè una parte riconosca la sua velocità dall' altezza dell' acqua, l' altra dal pendio dell' alveo. (4) Che *ne' fiumi di poca declività, ha luogo, per la maggior parte, la velocità nata dall' altezza dell' acqua, ed in quelli, che hanno molta caduta, può aver luogo questa, più che l' altezza, in rendere l' acqua veloce; ed in qualche caso può operare la sola caduta*. (5) Che *la velocità della superficie dell' acqua è sempre effetto della declività di essa*, e ne' canali orizzontali, anche della viscosità, che si trova fra le parti dell' acqua. (6) Che *nella misura dell' acque correnti, si dee fare in modo, che tutta la velocità della sezione dipenda dalla sola altezza*, il che si può ottenere, abbassando delle cateratte sotto la superficie dell' acqua, che l' obblighino ad elevarsi, e ad accrescere le velocità inferiori, se ve ne sono, provenienti dall' accelerazione per lo pendio. Dal che si può dedurre. (7) Che (*a*) *i fiumi quali non hanno sensibile declività, tanto saranno più veloci, quanto maggiore sarà il corpo d' acqua, che porteranno*, supposta in essi eguale la larghezza dell' alveo; o pure, *quanto maggiore sarà la loro altezza viva*. E finalmente; (8) Che *i fiumi, quali portano eguale quantità di acqua, quanto saranno più ristretti, saranno anche tanto più veloci; quanto più larghi, tanto meno veloci*, e perciò nelle sezioni più ristrette del medesimo fiume, s' osserva maggiore velocità di corso.

CAPITOLO QUINTO.

Della situazione del fondo de' Fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medesimi.

AMmettendo per certo ciò, che diffusamente abbiamo spiegato nel Capitolo antecedente, passeremo ora per così dire, ad anatomizare gli alvei de' fiumi, in ordine alle loro profondità, larghezze, e declività; e perchè queste meritano maggior riflessione, s' incomincerà a discorrere di esse.

E' concetto quasi universale degli uomini, che i fiumi richiedano della cadura, acciò l' acque possano correre; cioè, che sia necessario, che il fondo del fiume sia inclinato all' orizzonte, acciò le

(*a*) Vedi la limitazione a questa regola e quel di più, che diremo nel capo 7. da noi accennata nella nota 16. car. 190.

acque possano portarsi al loro termine (*a*). Non s'accordano però tutti gli Autori in assegnare la quantità necessaria di questo declivio; poichè Vitruvio *lib.* 7. *cap.* 8. per gli acquidotti ricerca un mezzo piede di caduta, per ogni cento piedi di lunghezza, *ne minus in centenos pedes semipede*, cioè a dire, 25. piedi per miglio. Il Cardano *de variet. lib.* 1. *cap.* 6. per condurre canali d'irrigazioni, si contenta d'un oncia ogni 600. piedi di lunghezza, che sono oncie otto, e un terzo per miglio; ma per gli acquidotti chiusi, come per gli sifoni, e per gli tubi, *omnis*, dice egli, *differentia satisfacit -- in canalibus, & rivis non ita*. Leon Battista Alberti, e lo Scamozzi, ne vogliono un piede per miglio; ed il Barattieri *Archit. de Acq. par.* 1. *lib.* 6. *cap.* 5. determina, col consenso de' migliori Architetti, che la caduta necessaria ad un fiume debba essere la mille ottocentesima parte della lunghezza; cioè a dire, piedi due, e tre quarti per miglio.

Io non posso darmi a credere, che alcuno degli autori predetti voglia intendere, che se un fiume, o acquidotto non abbia un piede, o due, o tre &c. di caduta, non possa per esso avervi corso l'acqua; Ed in fatti il Barattieri, sapendo bene, che molti fiumi scorrono al mare, senza che i loro alvei abbiano la caduta da esso ricercata, asserisce essere ella solo necessaria, acciò le acque possano correre *comodamente bene*: forma di parlare assai equivoca, come esprimente un grado di velocità estimativo, il quale, secondo le circostanze, può essere diverso, e necessaria perciò diversa declività per ottenerlo; anzi, *nel cap.* 6. cerca egli il modo, con che le acque *possano farsi l'impulso necessario da fare il moto, per correre sopra piani orizzontali, ovvero poco pendenti*.

Basta riflettere al principio d'Archimede, addotto da esso nel libro *de insidentibus aquae*, ed a ciò, che da noi è stato dimostrato *nel primo capitolo alla prop.* 4. per mettere in chiaro, che le acque per-

(*a*) Fa d'uopo nella presente materia distinguere la declività del fondo da quella della superficie, potendo l'una esser diversa dall'altra, e mancare per avventura o l'una, o l'altra, o amendue, come di mano in mano si vedrà. Si dee ancora avvertire, che le declività si debbono intendere rispetto ad una linea o superficie concentrica alla terra, e per conseguenza curva [comecchè in piccole distanze sensibilmente retta] e non rispetto, a ciò che i geografi chiamano orizzonte fisico, che è un piano, o una retta tangente la detta curvità, per le quali rette si traguarda cogli strumenti da livellare. Gli alvei de' fiumi hanno bisogno di abbassarsi sotto questa visuale (secondo che deduco dalle misure rilevate nell'eccellente opera del Signor Jacopo Cassini della grandezza della terra) once 8. e mezzo in circa per miglio in misure Bolognesi, ad effetto non già di esser declivi, ma di non essere acclivi, perciocchè tanto appunto si alza la visuale del livello sopra la superficie del mare nel detto spazio, onde quando abbiano tale inclinazione saranno precisamente orizzontali, e avendone di più allora solo saranno declivi. Il confondere questi termini può dar luogo a gravissimi abbagli.

portarsi da un luogo all' altro, non hanno bisogno d' alcuna inclinazione di alveo; e se non altro, basta consultare l' esperienza, la quale giornalmente mostra, che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che, aggiugnendosi da una parte acqua nuova, non resta essa sollevata sopra la primiera; ma abbassando se medesima, o spinge l' altra fuori del vaso, o fa alzarla di superficie, sin che di nuovo si faccia l' equilibrio: e ciò, qualunque sia la disposizione del fondo. Noi dimostreremo dunque questa proposizione.

PROPOSIZIONE I.

Acciò un fiume corra al suo termine, non è necessario, che il di lui fondo abbia alcuna declività. (Fig. 15. Tav. VII.)

Sia AB il fondo d' un canale, sopra cui sia l' acqua equilibrata all' orizzontale FC, e comunicante con CD, che s' intenda essere la superficie del mare, e suppongasi, che dalla parte AF sia aggiunta l' acqua FG: certa cosa è, ch' ella non potrà restare in FG; ma premendo la sottoposta AH, l' obbligherà a scorrere verso B, qual volta le sia impedito il flusso dalla parte di AF; e perciò l' acqua del canale AB, scorrerà sopra il fondo AB orizzontale, verso il mare CBED. Che se s' intenderà, che successivamente, dalla parte di AF, venga somministrata nuov' acqua, dovrà conseguentemente continuarsi il corso da A in B, che sarà sempre uniforme, se uniforme sarà l' ingresso dell' acqua nel canale, e resti nello stato medesimo la superficie del mare CD. Non è dunque necessaria alcuna declività nel fondo d' un fiume, o canale, acciò l' acqua vi scorra; ma basta, che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell' anteriore, benchè la differenza sia insensibile (a). Il che &c.

Corollario I. Di quì è manifesto, che potendo l' acqua FG aggiunta, essere così poca, che non abbia sensibile proporzione a quella del canale AB, *può darsi il caso, che il corso dell' acqua del detto canale AB,* ren-

(a) Questa condizione non si dee prender per regola universale in tutti i canali di fondo orizzontale, potendosi dare molti casi, che essi abbiano anco la superficie orizzontale, come l' Autore avverte poco dopo nel §. *Ciò è vero*, ma si vuol ristrignere a' supposti di questa proposizione, cioè, che sopra il fondo AB (*Fig. 15. Tav. VII.* intestato dalla parte di A venga versata dell' acqua, la quale entro lo stesso canale si accumuli a qualche altezza GH; anzi per quanto a me sembra nè pure è necessaria in tal caso l' altra condizione, che entro il canale rigurgiti l' acqua del mare, parendomi, che la dimostrazione, che egli adduce abbia luogo ancorchè il fondo del canale fosse superiore alla superficie del mare, o d' altro recipiente. Non così sarebbe ove l' acqua si facesse passare per qualche sezione del canale orizzontale sotto una altezza limitata, e permanente, come tra poco vedremo. Colla medesima restrizione si vuol' intendere ciò, che si aggiugne appresso nel corollario 1.; cioè, che quanto maggiore è il corpo d' acqua, che dee passare per lo canale orizzontale, tanto maggiore sia la declività della superficie.

rendasi impercettibile, e che la superficie dell' acqua corrente F C, *resti come orizzontale*, e stagnante: ma, *se l' acqua* F G *sarà in maggior copia, sarà anche più sensibile il corso, e più manifesta l' inclinazione della superficie*.

Corollario II. Quindi è evidente, *non potersi determinare veruna declività, necessaria alla superficie dell' acqua, acciò essa possa correre*, come pretende il Barattieri *nell' allegato cap. 6.* ma solo in genere può dirsi, che *quanto maggiore è il corpo d' acqua, che dee passare, per l' istesso canale orizzontale, tanto maggiore, necessariamente, sarà la declività della superficie*; prescindendo però sempre dall' impeto impresso, in vigore del quale può l' acqua scorrere colla sua superficie non solo orizzontale, ma ancora acclive, come s' osserva in molti casi.

Cio è vero ogni volta, che il fondo A B s' intenda più basso del livello dell' acqua C D, ed in maniera, che l' altezza di essa C B, sia d' impedimento al corso del canale orizzontale A B: ma se il fondo A B fosse nella stessa linea orizzontale con B D, o più alto; allora avrebbe luogo ciò, che da noi è stato dimostrato *al Corollario primo della Prop. prima del 5. libro della misura delle acque correnti* (*Fig. 16. Tav. VII.*); cioè, che la superficie dell' acqua, la quale scorre per li canali orizzontali, dee essere sempre parallela al fondo di essi (*a*); e ciò

(*a*) Il divario tra' canali orizzontali di fondo più basso, e quelli di fondo più alto, o eguale alla superficie del recipiente, cioè, che i primi abbiano la superficie inclinata, e gli altri parallela al fondo, non sembra, che universalmente sia vero, come già in parte si è mostrato nella nota precedente; e a maggior dilucidazione di tutta questa materia de' fiumi orizzontali, intorno alla quale molti sono restati con qualche dubbietà, giova, che di nuovo sopra ciò alquanto ci tratterghiamo, stando sempre sulle ipotesi dall' Autore stabilite nel precedente capo.

Intendasi il lago inesausto C B A D (*Fig. 62. Tav. XVII.*) cioè a dire tale, che la sua superficie C B sempre si mantenga allo stesso orizzonte, o sia per la sua smisurata ampiezza in proporzione dell' emissario B A, che le si suppone adattato, o sia perchè ad ogni momento tanto venga rialzata con nuova acqua, quanto si abbasserebbe per quella, che ne viene estratta. Sotto la superficie C B sia applicato al lago il fondo orizzontale A G di un canale d' uniforme larghezza, e di sponde rette, alte al pari della detta superficie, il quale abbia l' esito in G libero da ogni ristagno d' altr' acqua, e stendasi quella del lago entro del canale fino alla sezione dello sbocco G O, trattenuta ivi in equilibrio da una cateratta apposta alla detta sezione, la quale venga poi alzata ad un tratto fino sopra la superficie C B O. Comincerà dunque ad un tempo stesso ciascuna parte dell' acqua, che si affaccia alla sezione G O di sotto al punto O ad uscir fuori secondo una direzione parallela al piano delle sponde, medesime X Y, che si vogliono supporre perfettamente spianate, e continuate qualche tratto oltre lo sbocco G O nella medesima altezza, e nel medesimo piano; e la detta direzione di ciascuna parte dell' acqua, che esce, non potrà per quel primo istante essere, che orizzontale, impedendo l' acqua, che rade il fondo, che quella, che immediatamente le è sopra, non discenda nel luogo di essa, e questa altresì ostando alla discesa dell' altra più alta, e così di mano in mano tutte le altre, onde prenderanno tutto quel grado di velocità orizzontale, che è dovuto alla pressione di ciascuna. Ma perchè alla parte G, che scorre sul fondo mancherà subito l' appoggio di questo, e con ciò man-

ciò pure ſi dee intendere, o preſcindendo dalle reſiſtenze del fondo, e delle ſponde; o pure ſupponendole da per tutto eguali; altrimenti,

mancherà alle altre ſuperiori il ſoſtegno delle inferiori, che le reggevano, cominceranno altresì tutte a diſcendere col momento della propria gravità, onde fuori del canale cangerà ciaſcuna la ſua direzione, e tutta l'acqua formerà una caſcata, la quale [posto, che al canale AG ne foſſe continuato un'altro perpendicolare GV dell'iſteſſa larghezza] dovrebbe diſporſi in un piano OT tirato per lo punto della ſuperficie O, eſſendo GT due terzi di GO, come l'Autore ha moſtrato nel corollario 1., e 2. della propoſizione 5. del libro 5. delle acque correnti. Ma frattanto è forza, che le parti dell'acqua contenute entro il canale BG, al primo uſcire, che hanno fatto quelle, che ſi affacciano alla ſezione GO, ſi ſiano avanzate anch'eſſe verſo la detta ſezione, ciaſcuna con quella velocità, e direzione, con cui è uſcita quella parte, che ſi preſentò alla ſezione GO nel medeſimo filo orizzontale d'acqua; non potendoſi penſare, nè che alcuna parte ſi mova obliquamente, atteſa l'uniforme larghezza del canale, nè che le anteriori ſi diſcontinuino dalle ſuſſeguenti, nè che le ſuperiori ſcendano nel luogo delle inferiori, imperocchè ſebbene queſte ſono più veloci di quelle, tuttavia eſſendo tutte quelle, che radono il fondo egualmente veloci, cioè tutte in quel grado, che conviene alla preſſione, che ſoffrono, non ponno con lo ſcoſtarſi una dall'altra dar luogo alle ſuperiori, nè queſte per una ſimil ragione ponno concederlo alle altre più alte. Correrà dunque tutta l'acqua del canale di ſotto alla ſuperficie BO verſo lo sbocco GO. Ma quanto alle parti infinitamente piccole, che coſtituiſcono la detta ſuperficie, non eſſendovi alcuna preſſione, nè altra forza, che le obblighi a moverſi, e volendoſi di nuovo metter' a parte ogni aderenza, viſcoſità, o attrazione, che dir ſi debba, ſi ſtaranno immobili, e tali ſempre ſi manterranno. E ſebbene ſi dee ſupporre, che la parte infinitamente piccola O, che è alla ſuperficie dello sbocco, al cadere delle altre inferiori della ſezione GO cada anch'eſſa, e che nel luogo da lei laſciato vadano ſuccedendo le altre del filo d'acqua BO, tuttavia non potendo ella nel principio della ſua diſceſa concepire, che quella velocità infinitamente piccola, che conviene nel primo iſtante ad un corpo, che cada dalla quiete, anco il moto delle altre, che ſuccederanno nel luogo di O, ſi farà con velocità infinitamente piccola, onde la ſuperficie BO ſarà da conſiderare come ſenza alcun moto. Sarà dunque la ſuperficie tutta del canale orizzontale, ed immobile. Nè ſi può dubitare, che non ſia permanente, cioè, che eſſa ſi abbaſſi entro il canale; imperocchè non potendoſi per la ſuppoſizione abbaſſare quella del lago CB, egli è evidente, che il lago ſara per tramandarne ſempre per l'emiſſario BA quantità eguale in tempi eguali, onde il corſo del canale rimarrà ſempre nel medeſimo ſtato. Dunque ſarà il canale BG corrente, con ſuperficie orizzontale, immobile, e permanente. A queſti canali, che ponno chiamarſi perfettamente orizzontali ſi applica ciò, che l'Autore ha dimoſtrato ne' libri 3. 5. 6., della miſura delle acque correnti.

E' da avvertire, che ſe la cateratta non foſſe ſtata appoſta preciſamente allo sbocco del canale, ma ad altra ſezione di eſſo come MN (*Fig. 63. Tav. XVII.*) più vicina all'emiſſario BA, o pure nell'emiſſario ſteſſo, ritenendo tutte le altre circoſtanze del caſo precedente, la parte BM della ſuperficie tra l'emiſſario, e la cateratta dovrebbe come prima eſſere orizzontale, ed immobile, ma dalla cateratta andando verſo lo sbocco, la ſuperficie dovrebbe inclinarſi prendendo (come è facile il dimoſtrare, ſuppoſte coll'Autore le velocità in ragione dimezzata delle altezze) le figure paraboliche MV, MR, MG di mano in mano più ampie, ſe pure ſuperficie può chiamarſi il termine de' viaggi ſincroni delle diverſe parti dell'acqua, che andrebbe paſſando per la ſezione MN; nè potrebbe giammai la ſuperficie inteſa in queſto ſenſo, arrivare a farſi permanente, e orizzontale in MO, avvegnachè quando lo sbocco G s'intendeſſe indefinitamente lontano, e la ſuperficie ſi ſupponeſſe già arrivata a paſſare per G, ſi potrebbe ſtimare fiſicamente orizzontale, come l'Autore ha avver-

ti, perchè vicino all' uscita si sminuiscono le predette resistenze, ivi l' acqua si renderà più veloce; e conseguentemente s' abbasserà di corpo, descri-

vertito nel fine di questo §. *Ciò è vero.*

Abbiamo supposto finora il canale orizzontale senza ristagno, o rigurgito d' altr' acqua, in cui egli vada a sboccare, ma se io non erro il medesimo effetto di mantenere la superficie orizzontale, ed immobile può succedere quand' anco la superficie del recipiente sia allo stesso livello, che quello della vasca, onde esce il canale, purchè il detto recipiente abbia un esito, mercè cui si mantenga allo stesso orizzonte. Come se dalla vasca inesausta B C (*Fig. 64. Tav. XVII.*) uscisse il canale orizzontale C D, il quale avesse sbocco nel lago D E F, e questo lago di nuovo si scaricasse per un' altro canale orizzontale F G, col fondo F G a livello del primo, e nella stessa direzione, e in lunghezza eguale col medesimo, allora intendendosi apposta a quest' ultimo una cateratta G H, onde l' acqua d' amendue i canali, e di amendue i laghi fosse continuata in una sola superficie stagnante A H, se tutta ad un tratto si aprisse la cateratta, parmi, che l' acqua per fino dall' emissario I C della vasca B C fosse per prender corso per C D E F G, come farebbe per un solo canale continuato, potendosi il lago di mezzo riguardare come una dilatazione, o un gorgo del fondo C D F G, che non torrebbe la continuazione al corso dell' acqua per mezzo di esso, facendole quasi letto, e sponde (ove si voglia metter sempre da parte ogni irregolarità fisica, e supporre propagarsi il moto da un capo all' altro del fluido in un tempo minimo) onde il canale C D sarà corrente, e pure sempre manterrà la superficie orizzontale, ed immobile, benchè a livello di quella del suo recipiente D E F. Egli è tuttavia da avvertire, che se anco il lago di mezzo D E F fosse inesausto, nel senso spiegato sul principio di questa annotazione, allora l' acqua B C non potrebbe correre verso D F non più, che questa verso B C, ma amendue starebbero in equilibrio, e il solo canale F G sarebbe corrente. Imperocchè quando il lago D E F possa abbassarsi, trovando l' acqua aperto l' esito per F G si abbassa per una quantità infinitamente piccola, e tale abbassamento vien subito riparato da altrettanto alzamento per mezzo del canale C D; ma quando D E F sia inesausto, uscendo l' acqua di esso per F G non si abbassa punto, nè si mette in moto entro il lago, onde resiste a quella del canale C D, e della vasca C B, nè la lascia in libertà di scorrere.

Resta da considerare un' altro caso, nel quale mostreremo potere un canale orizzontale correre con superficie orizzontale, e permanente in un medesimo stato, ma tuttavia mobile. Immaginiamo di nuovo il vaso inesausto D A E [*Fig. 65. Tav. XVII.*] nel quale in vece che l' emissario sia aperto di sopra fino alla superficie dell' acqua C E, sia solamente nella sponda sotto la superficie una luce rettangola A B, e al fondo di essa applicato il canale orizzontale A G, dell' istessa altezza, e larghezza della luce, e per tutto uniforme, coll' esito parimente libero in G. Allora rimossa ad un tratto la cateratta, che chiudeva la luce, non vi ha dubbio, che tutte le parti dell' acqua, che a questa si affacceranno, saranno determinate a scorrere con direzioni orizzontali, ciascuna con quella velocità, che conviene alla pressione, che essa riceve dall' acqua superiore, e però anco la superficie scorrerà orizzontalmente colla velocità dovuta alla pressione E B; onde preso qualsivoglia tempo dopo l' apertura della luce, v. g. quello, in cui quel filo d' acqua, che scorre radente il fondo, sarà arrivato in Z, se col vertice E intorno all' asse A E si descriverà per Z la parabola E X Z, che tagli l' orizzontale B X in X, è manifesto, che quella parte d' acqua, che uscì dalla sommità della luce B, in capo al tempo predetto sarà giunta in X, dovendo gli spazj sincroni A Z, B X essere come le velocità; le quali si suppongono come le radici delle altezze A E, B E, cioè come le ordinate alla parabola A Z, B X; e lo stesso dovendo seguire in ogni altro tempo, à cui corrisponda ogni altra parabola similmente descritta, come E P G, è manifesto, che la superficie B X P sarà orizzontale, corrente, e permanente in un medesimo stato, e solo sarà inclinata quella parte di superficie, se tale può dirsi, che per ciascun tempo si tro-

verà

descrivendo colla sua superficie la linea curva FGH. Ma se il canale AB s'intenderà prolungato indefinitamente dalla parte di A, dimodochè il corso dell'acqua non risenta il difetto delle resistenze, vicino all'uscita; allora si verificherà esattamente la proposizione predetta.

Essendosi adunque dimostrato, che l'acqua per condursi da un luogo all'altro, non ha bisogno di declivio nel fondo dell'alveo; ma solo, che la di lei superficie sia, regolarmente, qualche poco più alta di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso; e che,

verà oltre l'intersecazione dell'orizzontale BP colla parabola corrispondente a quel tempo, come XZ, PG. Si potrebbe quì ancora figurare la cateratta apposta non già alla luce AB, ma ad altra sezione del canale, ma in tal caso converrebbe supporlo chiuso per di sopra con coperchio, che poi si togliesse all'alzare della cateratta. Sotto questo caso (intorno a cui non può cader dubbio) è compreso anche il primo, cioè quando l'altezza BE sia nulla, e le parabole passino per lo punto B, e in esso abbiano il vertice, essendo la caterarta apposta allo stesso emissario, e allora la velocità della superficie dee trovarsi nulla, appunto come l'abbiamo trovata.

Finalmente se ritenendo la superficie del vaso in CE, e tutte le altre supposizioni di quest'ultimo caso, si intenderà essere lo sbocco, e il fondo del canale sommerso sotto il livello di un recipiente stagnante, e chiuso d'ogni intorno FH, il qual livello sia HFI, non più alto della superficie CE [altrimente il recipiente correrebbe all'indietro per lo canale, ed entrerebbe nel vaso DAE] è manifesto, che ciò non ostante prevalendo la pressione dell'acqua del vaso a quella dell'acqua del detto recipiente, il canale dovrebbe correre verso il suo sbocco, nè la superficie di esso lascerebbe d'essere orizzontale (facendo astrazione dalla cascata d'acqua, che dovrebbe seguir'allo sbocco, ove il livello HFI fosse più basso di BO) perciocchè essendo tutte le sezioni di esso sempre egualmente impedite dalla resistenza del recipiente [purchè questo per l'ingresso dell'acqua stessa del canale non si potesse rialzare di superficie] niuna diminuzione di velocità, e per conseguenza niuno accrescimento d'altezza può succedere nell'una, che non succeda egualmente nell'altra. Ne seguirebbe bensì, che minor quantità d'acqua uscisse per la luce impedita di quella, che uscirebbe per la medesima luce libera; ma supponendosi, che per tutto ciò la superficie CE non possa rialzarsi, attesa la immensa sua proporzione all'ampiezza della luce AB, rimarrebbe sempre il canale nel medesimo stato, e con superficie permanente; la quale, ove il livello del recipiente non fosse più alto della sommità della luce B, dovrebbe vedersi movere verso lo sbocco, benchè con velocità minore di prima.

Se il discorso finora fatto ne'varj casi considerati sussiste in ogni sua parte (non assidandomi io di non prender qualche abbaglio in una materia sì difficile; e nella quale molti dottissimi uomini si sono arrestati) si ponno spiegare le diversità, che si trovano in simili canali colle osservazioni, vedendosi in fatti la loro superficie talvolta inclinata, talvolta orizzontale, ma corrente con notabile velocità, e tal'altra quasi immobile, giacchè immobile affatto non può essere in pratica, nè pure nelle ipotesi del nostro Autore, attesa l'aderenza, o viscosità, che egli riconosce nelle parti dell'acqua.

E' da avvertire, che tutto ciò, che nella presente nota si è detto in ordine alle velocità (posto lo sbocco del canale libero) potrebbe ancor aver luogo quando esse nell'ingresso de' canali, e nel corso di essi non fossero quelle medesime, che corrisponderebbero a pari altezza nelle libere uscite dell'acqua da' fori delle sponde de' vasi (secondo il sospetto indicatone nell'annotazione XI. del capo 4. c. 281., ed altrove.) purchè non fossero diverse fra loro in ciascuna delle sezioni, nelle quali l'altezza fosse eguale, e purchè in tutte serbassero la ragione dimezzata delle altezze.

che, quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee correre per lo ſteſſo canale orizzontale, tanto maggiore nell'uno, e nell'altro de' due caſi propoſti, dee eſſere la predetta differenza di altezza; io non ſo abbaſtanza maravigliarmi, perchè mai ſiano ſtate così concordi le opinioni degli autori in volere, che ſia neceſſaria la declività del fondo de' canali alle acque correnti; e nello ſteſſo tempo, così diſcordi in determinarne la quantità. Se forſe egli non è ſtato dal credere, che l'unica cauſa della diſceſa delle acque per gli alvei de' fiumi, ſia l'inclinazione del fondo; e che queſta, miſurata da eſſi, ſia poi ſtata trovata differente, ſecondo la diverſità de' fiumi medeſimi. Può eſſere adunque, che Vitruvio trovaſſe negli acquidotti di Roma un mezzo piede di caduta, ogni cento piedi di lunghezza; e che gli altri miſuraſſero ne' fiumi de' loro paeſi le declività aſſegnate; e finalmente, che ognuno dalle proprie oſſervazioni, deduceſſe una regola generale per tutti gli altri fiumi.

Quanto ſia erroneo queſto metodo, non occorre dimoſtrarlo per altra ſtrada, che per quella dell'eſperienza; poichè, ſe ſi livellerà la caduta di diverſi fiumi, i quali in ſiti omologi portino diverſa quantità di acqua, non ſi troverà ella la medeſima in tutti; ma ſempre minore in quelli, che nelle loro eſcreſcenze camminano più gonfi; anzi, miſurando la caduta dello ſteſſo fiume in luoghi diverſi, ſi troverà, che tra le montagne avrà eſſo inclinazioni d'alveo precipitoſe, e nelle pianure molto minori; e che alcuni fiumi ſono veramente declivi di fondo, ed altri affatto orizzontali; Dal che evidentemente appariſce, che *la caduta non tanto è cagione della velocità de' fiumi, quanto effetto della medeſima*, eſſendo comune oſſervazione, che i fiumi aſſai veloci ſi profondano l'alveo, e con ciò ſi ſcemano le cadute; e che i tardi di moto, ſe corrono torbidi, s'interriſcono i letti, e con ciò accreſcono le declività a' loro fondi (*a*); ond'è, che da alcuni ſono chiamati i fiumi divo-

(*a*) Per togliere ogni equivoco ſi vuol' avvertire non negarſi quì dall' Autore, che quella velocità, che ſi trova aver' il fiume in qualſivoglia ſezione del ſuo alveo, non riconoſca le più volte come ſua cagione o totale, o parziale la caduta, cioè la diſceſa del fiume dalla ſua origine fino a quel punto dell' alveo (ciò, che egli ſteſſo ha inſegnato nel capo precedente) ma ſolo pretenderſi, che il mantener, che fa il fiume in quel ſito una tal pendenza, o inclinazione d' alveo ſenza accreſcerla nè ſminuirla, ove ſi tratti di fiumi atti a farſi eglino ſteſſi, e raſſettarſi il letto colle proprie forze, o per eſcavazione, o per interrimento, ſia piuttoſto effetto, che cagione della detta velocità, la quale non ſia nè ſoverchia per poterlo eſcavare, nè ſcarſa per doverlo interrire. E perchè l' alveo d' un fiume tanto meno ha di pendenza quanto è più cavo, e tanto ne ha di più quanto più è alto (dovendoſi conſiderar quì lo sbocco come un punto fiſſo, a cui l' alveo dee terminare, e che in fatti non è ſoggetto a mutazione in profondità, che ſia di molto momento, ove il recipiente ſia inalterabile, come vedraſſi nell' annotazione pri-

divoratori delle campagne; e da altri, bonificatori delle medesime, verificandosi d'essi l'uno, e l'altro epiteto, in diversità però di circostanze. Quindi è, ch'io non ho mai saputo immaginarmi di dover cercare, qual caduta sia necessaria ad un fiume, per altro fine, che per accertarmi, che il medesimo non interrisca il proprio alveo colle deposizioni, non avendone quanto basta; o, avendone la maggiore del bisogno, non l'escavi di soverchio, con danno notabile delle proprie ripe.

Perchè ciò resti fuori d'ogni dubbio, io prendo a discorrerla in questa maniera. Egli è certo, che i fiumi intanto si profondano, ed allargano l'alveo, in quanto per la violenza del proprio moto corrodono, e portano via la terra, che forma le sponde, ed il fondo; egli è dunque necessario, che la forza scavante superi la resistenza della terra, o d'altra materia, che forma l'alveo al fiume, altrimenti essendo l'una eguale all'altra, non succederà effetto veruno d'escavazione; e molto meno, se la resistenza sarà maggiore della forza. Egli è altresì evi-

---

prima del capo 8.) ne segue, che a maggior velocità come atta a produrre o maggior escavazione, o minore alzamento, risponderebbe minor pendenza, e al contrario maggior pendenza andrebbe congiunta con minore velocità. E in tal senso si verifica, che al profondarsi degli alvei scemino le cadute, cioè le pendenze, e all'interrirsi si accrescano le declività; i quali effetti come si producano dalla natura si spiega a lungo in questo capo.

E giova quì di passaggio osservare, che l'Autore spesse volte in quest'opera si serve de' vocaboli di caduta, e di declività come sinonimi (ed altri ancora così hanno fatto) comecchè propriamente favellando queste voci paiano istituite a significar cose alquanto diverse. *Caduta* d'un termine sopra un'altro è la differenza delle loro altezze, o sia della loro distanza dal centro comune de' gravi, e dicesi ancora di due termini fra loro sconnessi. Così diremo a cagion d'esempio, che la cima del tal monte ha tante braccia di caduta sopra la superficie del mare. Laddove *declività* (o vogliasi dire *declivio*, *pendenza*, *pendio*, *inclinazione*) non tanto si fa consistere nella differenza delle altezze di due punti, quanto nel rapporto di tal differenza alla distanza orizzontale di essi, i quali si vogliono intender connessi con qualche linea, o piano inclinato (e tal rapporto è quello del fino dell'angolo dell'inclinazione al fino del suo compimento) a cagion d'esempio quando si tratti di due punti d'un medesimo fondo, o d'una medesima superficie d'un canale, che si estenda dall'uno all'altro, anzi più propriamente dicesi dello stesso piano, che de' due termini di esso. E perciò se a cagion d'esempio il fondo d'un fiume si unisse col fondo di un'altro, e quel primo, in un punto distante un miglio di sopra all'unione, si trovasse di livello col secondo preso in un punto distante due miglia sopra alla medesima, le cadute di que' due punti degli alvei sopra il termine comune della confluenza sarebbero eguali, ma le pendenze non si dovrebbero dire eguali, mentre il primo fiume tanto alzerebbe in un miglio, quanto l'altro in due miglia, cioè il doppio più del secondo in egual tratto, e le linee inclinate di quegli alvei (le quali si sogliono a'tempi nostri chiamare le *cadenti de' fondi*, dicendosi all'istessa maniera *cadente del pelo d'acqua*, *degli argini*, *delle campagne &c.*) avrebbero pendenza l'una doppia dell'altra.

Si è detto poc'anzi, che a maggior velocità del fiume risponderebbe minor pendenza; la qual cosa, acciocchè non paia contraria a quello, che si disse nel capo precedente [cioè, che ove la pendenza è minore si rallenta il moto, e scema la velocità] basta considerare, che altra è la velo-

evidente, che un fiume non va ſempre profondando il proprio alveo in infinito; altrimenti quelli, che nel principio del mondo, corrodendo il terreno, ſi formarono il letto, colla diuturnità del corſo ſi ſarebbero a queſt' ora profondati nelle più alte viſcere della terra; biſogna dunque dire, che, nell' eſcavarſi, che fa un fiume, o la forza dell' acqua vada a poco a poco mancando; o la reſiſtenza del terreno egualmente accreſcendoſi; o pure, che nello ſteſſo tempo, e quella ſi diminuiſca, e queſta ſi accreſca, ſin che ſi giunga ad una ſpecie di equilibrio, nel qual tanto operi la violenza dell' acqua per eſcavare, quanto reſiſte il fondo per non eſſere alterato dal proprio eſſere. Nell' iſteſſa maniera ſi dee diſcorrere delle larghezze de' fiumi, che ſono effetti, parte dell' abbondanza, e velocità delle acque, e parte del contraſto, o reſiſtenza, che fanno le ſponde ad eſſere ulteriormente corroſe. Quindi *tanto i fondi, quanto le larghezze degli alvei, vengono ad eſſe-*

velocità, con cui il fiume ſi forma l'alveo, e induce in eſſo una qualche pendenza, altra quella, che poſcia egli ſerba dopo di aver compito coteſto effetto. Il fiume eſcavando perde di velocità, appunto perchè comincia a ſcorrere ſopra quella pendenza più dolce, che egli ſi è fatta, e quando tanto ne ha perduto da pareggiar la ſua forza, che intanto ſcema, colla reſiſtenza delle parti dell' alveo, che intanto creſce, ceſſa l' eſcavazione, e il fiume reſta con quella velocità, e con quella pendenza, che inſieme ſi equilibrano. Al contrario interrendo aumenta la velocità, perchè ſcorre ſopra quella pendenza più ripida, che ſi è acquiſtata; e quando tale acquiſto ne ha fatto da uguagliare la ſua forza di portar via le torbide, la qual forza frattanto ſi aumenta, colla reſiſtenza di queſte all' eſſer ſpinte avanti, la qual reſiſtenza frattanto ſi ſminuiſce, ha termine l' interrimento, e il fiume ſerba quella velocità, e quella inclinazione, in cui la forza, e la reſiſtenza ſi ſono eguagliate. Ma ſopra ciò per ben' intendere come ſi ottenga tale equilibrio baſta leggere attentamente le parole dell' Autore in queſto §., e ne' ſeguenti fino alla ſeconda propoſizione.

Solamente, affinchè non reſti alcuno ſcrupolo in queſta sì difficil materia, ſi vuol notare inoltre non eſſer' impoſſibile, anzi neceſſario, che il fiume nell' eſcavarſi il letto perda di velocità, e ne acquiſti nell' interrarlo, benchè nel primo caſo abbia dovuto fare maggior diſceſa, e nel ſecondo abbia dovuto tornare ad alzarſi. Imperocchè già nel capo antecedente ſi è veduto, che i fiumi a cagione delle grandi reſiſtenze, che incontrano preſto, ſi riducono in iſtato di non accelerarſi punto nella diſceſa, onde in tale ſtato per più, o meno, che ſiano ſceſi, niente guadagnano, o perdono di velocità. Bensì perdono molto allo ſminuire della pendenza, e molto riacquiſtano al creſcer di eſſa, perocchè la minor pendenza non ſoffre, che mantengano nè pure quella velocità equabile, che avevano acquiſtata nella maggiore; e all' incontro la maggiore può rimetterli in parte in un grado di velocità, che la minore non comporterebbe, come ſi è avvertito nel capo precedente, e nelle ſue annotazioni.

Se per qualche accidental cagione ſi deſſe caſo d' interrimento del fiume nello sbocco, o nelle parti inferiori, e non nelle ſuperiori, allora non ſarebbe vero, che l' interrimento accreſceſſe la pendenza riſpetto al tratto ſuperiore, anzi la ſminuirebbe; e al contrario quando nell' inferiore, e non nel ſuperiore ſeguiſſe eſcavazione, la pendenza al di ſopra ſarebbe accreſciuta, e non già ſcemata. Ma queſti non ſono di quegli effetti, che ſi conſiderano in queſto capo, nel quale ſi dee ſempre ſupporre come fiſſo il termine inferiore.

essere determinate dalla natura (*a*); cioè a dire dalla combinazione delle cause operanti, e delle resistenti, in un certo grado di attività; e però alterandosi tanto quelli, che queste, con l'arte non cessano mai le cause operanti di ridurli al loro stato primiero: Ed in fatti, l'esperienza dimostra, che in un fiume stabilito di fondo, (cioè a dire posto in tali circostanze, che non si alzi colle deposizioni, nè si abbassi colle escavazioni,) e parimente stabilito di larghezza (cioè, che per propria attività, più non si allarghi, nè più si ristringa) se nel di lui alveo si faranno coll'arte nuove escavazioni, ben presto, essendo l'acqua torbida, le riempirà; formandosi nuovi dossi, ben presto gli escaverà (*b*); allargandosi l'alveo da una parte più del bisogno, ben presto, colle alluvioni, si ristringerà; e finalmente, ristrignendosi oltre il dovere, sempre farà forza per superare le cause ristrignenti.

Per maggiore spiegazione di tuttociò, supponiamo, che un fiume cammini con una determinata velocità, cagionata, o dal declivio, o dall'altezza; e che l'acqua affetta di detta velocità, possa, come farebbe una lima, staccare l'una dall'altra, le parti della terra, che sono contigue al di lei corso. Niuna ragione adunque, in tal caso, vi può essere, per la quale l'acqua non disunisca le parti della terra vicina; e staccandole dal fondo, ecco il profondamento; siccome l'allargamento, se ciò succede alle sponde. Egli è anche facile da concepire, che esercitandosi, verso il fondo, maggiore la forza, quivi anche più agevolmente si corroda il terreno in qualche larghezza; e che, per

(*a*) Cioè la natura per ciascun fiume, anzi per ciascun tratto di fiume esige una tal larghezza, e una tal pendenza [diversa tuttavia in diversi fiumi, e in diversi tratti del medesimo fiume, e dipendente dalle condizioni degli alvei, delle acque, e delle materie, che portano] la quale finchè non si ottenga colle escavazioni, o cogli interrimenti, nè la pendenza, nè la larghezza sarà permanente, ma si andrà o scemando, o aumentando mai sempre.

(*b*) Chiama egli fiumi *stabiliti di fondo* quelli, che hanno acquistata quella tale declività, che naturalmente esige la loro condizione, e *stabiliti in larghezza* quelli, che parimente tanta se ne sono presa quanta la natura per essi ne addomanda. Nel che è da avvertire non poter giammai un fiume arrivare a perfettamente stabilirsi nell'una di coteste due misure, senza che si stabilisca eziandio nell'altra, come facilmente si intende sol che si rifletta, che da amendue congiuntamente dipendono [almeno in gran parte] tanto quell'ultimo grado di velocità, quanto quel limite di resistenza, nell'equilibrio de' quali consiste lo stabilimento del fiume.

Potrebbe alcuno dubitare, se si diano in natura fiumi perfettamente stabiliti, a riguardo del perpetuo rialzamento, che dee succedere de' loro sbocchi nel mare, posto che il mare [come non senza fondamento da qualcheduno è stato creduto] si vada egli sensibilmente alzando di superficie. Tuttavia siccome una tale elevazione, se pur sussiste, prima di manifestarsi al senso non richiede meno, che il corso di qualche secolo, non si può fare errore sensibile riguardando per qualche tempo come stabiliti di fondo que' fiumi, ne' quali non concorra altra cagione di cangiamento, che l'alterarsi della superficie del mare. Come poi in pratica possa aversi indicio, se un fiume sia stabilito di fondo veggasi nell'annotaz. 3. del capo 14.

per l'ordinario, non potendosi lungamente sostenere la terra sopra d' un taglio fatto a perpendicolo, dirupino le parti superiori delle ripe, formandosi una scarpa conveniente, ed atta a sostenere la mole della terra superiore. *Sin tanto* dunque, *che la velocità dell' acqua non trova un resistente, che pareggi la di lei forza, sempre continuerà ad allargare, e profondare*. Ma perchè, scavandosi giornalmente il fiume, viene esso a perdere, a poco a poco, la propria declività; e per conseguenza anche qualche volta, la velocità derivata da essa; e per lo contrario, rendendosi sempre più resistente la terra alla disunione delle proprie parti, quanto più la di lei superficie s'accomoda al piano orizzontale; ne siegue, che profondandosi il fiume, cresca la forza nel resistente, e cali nella potenza operante; e perciò sia necessario, che finalmente l'una, e l'altra si riducano all'egualità; il che accadendo, viene ad aversi posto il termine al profondamento. Dissi, essere necessario, che la forza operante finalmente si pareggi colla resistente; ma ciò non succederà sempre, a cagione dello scemarsi del pendio; poichè, sebbene ciò per lo più avviene, può nulladimeno darsi il caso, che la forza dell'acqua sia tanto grande, che (non ostante tutto il deterioramento, che riceve dal diminuirsi della declività, e tutto l'aumento, che si fa, per la stessa ragione, nella resistenza della terra) nulladimeno resti tanto vigorosa, da scompigliare le parti dell'alveo, anche disposte in un piano orizzontale; Ma allora succederà un'altra sorte di resistenza alla forza dell'acqua; e quella sarà, se non altro, l'acqua del mare, o d'un lago, dentro cui entri colle proprie acque il fiume; per virtù della quale, sminuita la forza dell'acqua, s'uguagli ella colla resistenza del fondo.

Similmente, perchè nell'allargarsi l'alveo del fiume l'acqua cala di altezza, e molte volte di velocità; e generalmente scostandosi dal filone si rende meno veloce; ne siegue, che rallentandosi il moto, nè perciò calando la resistenza della ripa; anche in questa parte debba succedere il sopraccennato equilibrio. E quì è da considerare, che *la resistenza del fondo più presto uguaglia la sua potenza contraria*, per essere due le cause dell'uguagliamento; la prima, cioè, la minore inclinazione dell'alveo; e la seconda la diminuzione della velocità: laddove la resistenza delle ripe, arriva molto più tardi all'equilibrio, con la sua potenza contranitente; perchè la sola forza dell'acqua è quella, che si sminuisce, ed anco assai lentamente: come che ciò, quasi solamente deriva dallo scostamento del filone, e la resistenza delle ripe resta sempre tale, quale era prima; supposto, che il terreno corroso, e da corrodere sia in tutti i luoghi della stessa natura. Questa è la ragione, per la quale *i fiumi, che corrono dentro alvei formati di materia o-*

moge-

mogenea, e facile da essere corrosa dall' acqua, hanno la larghezza maggiore della profondità; come s' osserva per esempio *nel Pò di Lombardia*, che al Lago scuro ha settecento piedi di larghezza, e trentacinque di altezza; *e nel Reno nostro*, il quale s' allarga, alla Botta degli Annegati, piedi cento ottanta, e nelle sue maggiori piene s' eleva piedi nove; dimodochè nell' uno, e nell' altro, *la proporzione dell' altezza alla larghezza sta, come uno a venti*. Non è però da credere, che questa proporzione s' osservi sempre negli altri fiumi, nè meno in diverse sezioni del fiume medesimo, concorrendovi molte cause accidentali, a variarla: Egli è ben certo, e confermato, sì dalla ragione, che dall' esperienza, che *i fiumi, quanto maggior copia d' acqua portano nelle loro escrescenze, altrettanto sono più profondi, e più larghi; e perciò essendo mantenuti ristretti dall' arte, maggiormente s' escavano; e lasciandoli allargar di soverchio. o dividendosi in più rami, maggiormente si alzano di fondo*.

Concorrono adunque tre cause, o circostanze, a stabilire l' alveo de' fiumi. La prima si è *la condizione della materia*, della quale sono composte le ripe, ed il fondo; poichè *le terre arenose cedono più facilmente alla forza dell' acqua corrodente, che le cretose*; e queste più facilmente, che il sasso. La seconda è *la situazione del fondo, o delle ripe del fiume*, essendochè, *quanto più sarà declive un fondo arenoso, o ghiaroso, tanto più la medesima forza dell' acqua sarà potente ad escavarlo*; E la terza, che, più d' ogn' altra, merita nome di causa, si è *la forza dell' acqua*; poichè, dove questa è maggiore, ivi più presto, e più facilmente cede la tenacità, o peso della materia, della quale è composto l' alveo; e meno resiste la poca inclinazione delle ripe, e del fondo. Ma perchè la forza escavante non è altro, che la velocità dell' acqua applicata al terreno, e questa riceva il suo essere, o dall' altezza dell' acqua, o dalla discesa; bisogna considerare le forze escavanti, secondo la proporzione, che portano le cause productrici della velocità. Nell' istessa maniera, diversificandosi la condizione del terreno, sì dalla glutinosità, tessitura, o aderenza delle parti di esso; sì anche dal peso, grossezza, e figura delle medesime; egli è d' uopo di mettere a conto l' una, e l' altra di queste circostanze; acciò possa dedursi, quanto esse vagliano, per resistere alla forza dell' acqua; e per conseguenza, qual pendio si richieda per pareggiarla.

Per ben' intendere, come operi la resistenza del fondo, dipendente dalla di lui obliquità; siano circa il centro B (*Fig.* 17. *Tav. VII.*) descritti diversi piani, variamente inclinati all' orizzontale A B, e questi s' intendano formati di terreno, che abbia una determinata collegazione di parti. Non si può dubitare, che siccome più facilmente si muove un grave, discendendo per la verticale E B, che per l' inclina-

ta DB, e più facilmente per DB, che per CB, di maniera, che sù l'AB orizzontale non ha forza alcuna per muoversi; così se a cagione delle resistenze, o inegualità de' piani CB, FB &c. non potesse muoversi per essi un grave senza l'aiuto d'una forza esterna; questa vorrebbe essere maggiore in AB, minore in FB, e così successivamente, secondo che andassero crescendo gli angoli ABF, ABC &c. E la ragione si è; perchè, sebbene i gravi predetti non possano muoversi per li piani AB, FB, CB; non lasciano però di esercitare tutta la loro energia, per superare le resistenze; che, per essere maggiori, loro impediscono il moto; e di fare sforzo maggiore, quanto maggiori sono gli angoli colla linea orizzontale. Quindi è, che, accresciuta l'inclinazione, v. g. fino al sito DB, e mantenendosi le medesime resistenze; potrà il grave avere acquistato tanto di momento, che basti a superare gl' impedimenti, e comincerà a muoversi per lo proprio peso; E perchè le forze accresciute intrinsecamente (siasi, o per aggiunta di nuova potenza, o per diminuzione di resistenze) non hanno bisogno di tanto aiuto estrinseco, per arrivare ad un certo grado; ne segue, che minor forza estrinseca richiederassi, per fare, che il grave si muova per lo piano CB; maggiore per ispingerlo per FB; e molto maggiore per farlo muovere per AB.

Ciò premesso, osservisi, che le parti del terreno, massimamente bagnato che sia dall'acqua, non hanno, che rade volte, tanta aderenza di parti, che basti per sostenerle a perpendicolo, come succede ne' marmi, e nelle materie più consistenti; Onde, poste in situazione verticale, come in EB, dirupano, formandosi un pendio, v. g. DB, che supponiamo sia la massima inclinazione tra tutte le possibili, colle quali il terreno si sostenti senza dirupare: e questa nelle terre più tenaci, regolarmente non eccede gradi sessanta; ma ordinariamente oltrepassa di poco, i gradi quarantacinque; Posto adunque, che DB sia quella pendenza, la quale, accresciuta che fosse, non potrebbe trattenere il terreno, che non si staccasse dal suo vicino, cadendo, o scorrendo al basso, è chiaro, che aggiuntavi qualsisia, benchè minima forza, che lo spinga da D in B, non potrà sostenersi, e converrà, che si disgiunga dal rimanente: Intendiamo, che, per tal cagione, ne sia stata staccata la parte DBC, e che perciò il piano si sia abbassato in CB; questa inclinazione dunque non sarà più quella, che precisamente basta, per impedire la disunione delle parti della terra; ma bensì tale, che potrà resistere a qualche grado di forza; ma non ad un maggiore, il quale solo potrà essere impedito dal piano, v. g. FB meno declive. Unite dunque le forze estrinseche al conato, che fanno le parti della terra per disunirsi; quelle si richiederanno sempre maggiori, quanto le inclinazio-

nazioni coll' orizzonte saranno minori; e perciò nell' orizzontale A B, non avendo la forza estrinseca alcun vantaggio dall' inclinazione del piano; converrà, che sia tanto vigorosa, che basti, colla sola sua virtù, a superare l' aderenza delle parti della terra, ed a muoverle da luogo a luogo, altrimenti non succederà alcuna corrosione del piano A B. Egli è perciò evidente, che non essendo la forza estrinseca (cioè nel nostro caso, la velocità dell' acqua) bastante a ridurre il piano al sito orizzontale; necessariamente bisognerà, che lo lasci declive, ed in tale declività, che sia la prima, che basti a pareggiare la forza di essa; e da ciò chiaramente apparisce, che (a) *la violenza del corso dell' acqua non è sempre effetto della declività dell' alveo*, come sin' ora è stato creduto; ma *la declività dell' alveo, è bensì sempre effetto della violenza del corso dell' acqua*, fuorchè in alcuni casi particolari, de' quali discorreremo più abbasso.

Stabilita la verità del detto di sopra, non è difficile il dedurre le seguenti proposizioni, le quali si devono intendere, in parità di tutte le circostanze non espresse; e nel caso di fondi stabiliti per mezzo dell' escavazione fatta antecedentemente dall' acqua.

PROPOSIZIONE II.

Ne' fiumi, quanto maggiore sarà la forza dell' acqua, tanto le declività degli alvei saranno minori.

Posciachè, supponendosi eguale la resistenza della materia, che compone l' alveo, e maggiore la forza dell' acqua; è necessario, che questa, applicata a quella, produca effetto maggiore; ma quest' effetto non è altro, che l' escavazione, e l' allargamento dell' alveo; e l' escavazione dell' alveo, quanto è maggiore, tanto minore rende la declività dell' alveo; dunque, quanto maggiore sarà la forza dell' acqua, tanto minore sarà la declività dell' alveo del fiume. Il che &c.

Corollario I. E perchè la forza dell' acqua, vicino al fondo del fiume per lo più, dipende dall' altezza della medesima; perciò in tal caso, *quanto maggiore sarà l' altezza viva dell' acqua, tanto meno declivi saranno i fondi.*

Corollario II. Similmente, perchè l' altezza viva del corpo d' acqua, dipende, in qualche parte, dalla quantità di essa, che scorre per

(a) Cioè a dire l' aver l' alveo quella tale declività più, che un' altra, è effetto della violenza, che ebbe il corso dell' acqua per renderlo sì poco declive a forza di escavarlo; dopo di che scemata la velocità, ed accresciuta la resistenza del terreno ad esser roso [effetti amendue della pendenza diminuità] si è fatto l' equilibrio delle forze, e il fondo si è stabilito. Vedi sopra l' annotazione 4. di questo capo c. 306.

l' alveo in un dato tempo; quindi è; che *quanto maggior copia d' acqua porterà un fiume, tanto minore sarà la di lui caduta.*

Corollario III. E perciò *i fiumi uniti, dopo le confluenze sempre si spianano il fondo più di quello fosse prima dell' unione; e per conseguenza perdono di caduta.*

Corollario IV. Dal che nasce, che *i fiumi, i quali si fanno grandi per lo concorso d' altri minori, hanno il loro fondo disposto a modo di un poligono*, o sia di una figura di più lati, de' quali i più alti facciano angolo maggiore con l' orizzontale, ed i più bassi minore, ed in oltre gli angoli tutti siano all' intorno de' punti delle confluenze; il quale poligono si può anche considerare, in un certo modo, per una specie di linea curva, concava nella parte superiore.

Corollario V. Ma *que' fiumi* (a), *che conservano sempre il medesimo corpo d' acqua, deono avere il fondo* in una linea sensibilmente retta, se si parla di picciole distanze; ma realmente, ed in grandi distanze *in una spirale, le cui tangenti facciano sempre angoli eguali con le perpendicolari tirate dal centro della terra*, che viene anco ad essere il centro della spirale medesima; e questa s' accosterà sempre più alla circonferenza di un circolo, quanto più l' angolo fatto dalle tangenti con le perpendicolari, s' accosterà all' angolo retto.

Corollario VI. In caso poi, che la velocità dell' acqua dipenda dalla discesa, non dall' altezza viva; allora la determinazione del fondo, si desume dal grado di velocità acquistato per essa; e perciò, *fin tanto, che l' acqua anderà accelerandosi*, (quando la condizione della materia, che forma l' alveo sia sempre la medesima) *s' anderà sempre mutando il pendio; e sarà minore nelle parti dell' alveo*, nelle quali sarà maggiore la velocità; in quelle cioè, *che saranno più lontane dal loro principio.*

Corollario VII. Ma perchè due corpi di peso disequale, e di velocità eguale, operano differentemente contro i piani, sopra de' quali scorrono; quindi è, che, *se si daranno due fiumi, le acque de' quali s' accelerino per la discesa; ma una sia maggiore di altezza dell' altra*, più opererà in escavare la maggiore, che la minore; e per conseguenza, anche

(a) Affinchè si verifichi il presente corollario, come pure il 9. di questa proposizione, parmi che convenga aggiugnere una condizione, cioè quella della larghezza uniforme delle sezioni per tutto quel tratto, per cui si mantiene il medesimo corpo d' acqua, essendo ciò necessario per avere quell' uniforme velocità, da cui dipende il mantenersi la rettitudine della cadente del fondo.

La linea spirale, di cui egli parla, e che fa angoli eguali con tutte le perpendicolari, cioè con tutte le rette tirate dal centro della terra, necessariamente nasce dall' uniformità della pendenza, mentre nelle grandi distanze, ove una linea veramente orizzontale sensibilmente è curva, cioè è un' arco di circolo, conviene, che una linea egualmente inclinata all' orizzonte diventi la spirale predetta.

anche in questo caso, *ne' siti di eguale velocità, meno declive sarà quel fiume, la cui altezza viva sarà maggiore*.

Corollario VIII. Perchè dunque, come più volte si è detto, le velocità fatte dalla discesa crescono, all'aumentarsi delle distanze dal principio del moto; ne siegue, che, succedendo a maggiori velocità, maggiore escavazione, e per conseguenza minore declività nelle parti inferiori, che nelle superiori; *dovranno* in tal supposto, *disporsi i fondi, durante lo spazio dell' accelerazione, in linee curve concave, le tangenti delle quali facciano successivamente angolo maggiore con le perpendicolari tirate dal centro della terra*.

Corollario IX. Ma cessata l'accelerazione, *e ridotta la velocità dell' acqua all' equabilità; il fondo si disporrà in una linea* sensibilmente retta, o pure nella *spirale* predetta, *nella quale si conservi sempre la pendenza medesima*.

PROPOSIZIONE III.

Se la forza dell' acqua di un fiume sarà bastante senza l' aiuto di qualche declività, a sovvertire le parti del fondo, ed a portarle via; allora l' alveo di esso non riceverà alcuna pendenza.

Poichè essendo, per lo supposto, la forza dell' acqua tanto grande, da potere scomporre le parti del fondo, e portarle via senz' ajuto di declività; niuna diminuzione di questa sarà bastante ad impedire una nuova escavazione; posta dunque qualsisia declività, l'acqua continuerà ad escavare; e perciò si toglierà di mezzo la declività del fondo, che è lo stesso, che dire, che il fondo non avrà alcuna pendenza. Il che &c.

Corollario I. E però *disporrassi il fondo in una linea circolare*, essendo in questa tutte le tangenti ad angolo retto con le linee, che vengono dal centro; *la quale però, in poca distanza, non sarà sensibilmente differente da una retta orizzontale*.

Corollario II. Aumentandosi la forza dell' acqua, farassi ben maggiore l' escavazione; ma non si muterà la situazione orizzontale del fondo, supposta per tutto la medesima resistenza della materia, che forma l'alveo, e l'uniformità di tutte l'altre circostanze.

Quì si dee avvertire, che avendo un fiume tanto di forza, che basti a scompigliare il fondo dell' alveo, situato in qualsisia, benchè minima declività, o pure anco in un piano orizzontale; se quella si aumenterà, o per ristringimento di alveo, che cagioni maggior altezza, o per aggiugnersi nuova acqua; accrescendosi con tal mezzo la velocità del fiume, avrà maggior forza per escavare; Farassi dunque tal' escavazione fino ad un piano orizzontale, più basso dell' antecedente, co-

 me,

me, v. gr. al piano CG (*Fig.* 18. *Tav. VII.*), sopra del quale la copia dell'acqua corrente richieda l'altezza viva ABC; siccome la copia di quella, che scorre per lo piano, pure orizzontale EB, si suppone, che addimandi la sola altezza viva AB. Posta dunque tal differenza di piani; egli è evidente, che se l'altezza in AB, ha tanta forza, da portar via la materia dell'alveo sul piano orizzontale; molto più potrà farlo per lo perpendicolare BC, e perciò corroderà l'angolo HBC, formando l'alveo pendente in HC; e per la stessa ragione, colla declività HC, corroderà il fondo, riducendolo sempre men declive; dimodochè, se la forza dell'acqua, non ostante l'abbassamento del fondo, resterà potente a mantenerselo orizzontale; si scaverà il fondo EB fino al piano orizzontale MC, dimanierachè MCG sia tutta nella medesima orizzontale. Ma perchè, abbassandosi il fondo in MC, non si può abbassare la superficie DA, per cagione della superficie AF; sarà necessario, che l'altezza AC, la quale acquisterà il fiume DE, cessi d'essere viva; e per conseguenza, che si ritardi l'acqua in DE, la quale, se con questa perdita, perderà altresì la forza necessaria per mantenere il fondo orizzontale, resterà nel fondo MC, qualche picciola declività; e perciò può darsi il caso, che un fiume, che da se avrebbe la forza per mantenersi il fondo spianato all'orizzonte, entrandovene un'altro dentro, la perda, e ricerchi della pendenza; ma questa non sarà mai tale, che cagioni dell'alzamento nel fondo di esso, ma sempre dell'escavazione; Poichè, supposto, che la declività fosse EC, ogni volta, che la linea EC s'incontrerà colla linea BE; avrà il fiume nel punto E riacquistato la sua altezza viva; e perciò potrà da lì in sù tenere scavato il fondo all'orizzontale. Tale declività EC renderassi sempre minore, se il fiume DB, vicino alla confluenza, si ristringerà a causa dell'impedimento della velocità; essendochè l'angustia della sezione concorre assai a rendere viva l'altezza. Questa considerazione non solo si applica a' canali orizzontali, ma ancora agl'inclinati, e perciò abbiamo detto *nel Corollario IV. della Proposizione antecedente*; che gli angoli del poligono ivi accennato, devono essere non ne' punti, ma *all'intorno de' punti delle confluenze*; Ma di ciò si parlerà più a lungo nel Capitolo sopra l'unione de' fiumi insieme.

Corollario III. E perchè i fiumi coll'allargarsi perdono l'altezza, e conseguentemente la velocità; ne segue, che *i fiumi orizzontali, allargandosi ordinariamente il loro alveo vicino al mare, perdano la forza per mantenersi scavati*; e perciò *vicino allo sbocco restano più alti di fondo, che lontani da esso*, al che concorrono però altre cause: E questa è una delle ragioni, per le quali gli sbocchi de' fiumi nel mare, se non sono tenuti ristretti dall'arte, regolarmente sono men profondi degli alvei nelle parti superiori.

Sic-

Siccome nell' Annotazione al Coroll. II. precedente, abbiamo detto, poterſi dare il caſo, che un' acqua ritardata, conſervi anche la forza per mantenerſi il fondo orizzontale: così *può darſi il caſo, che la forza di un fiume ſia tanto grande, che*, ſebbene ritardata che ſia, non poſſa muovere le parti groſſe, e peſanti; e perciò s' elevi il fondo, (come abbiamo detto, in queſto Corollario, ſuccedere alle foci de' fiumi nel mare) non oſtante però, *conſervi tanto di virtù*, abbenchè riaſcenda ſopra d' un piano acclive, *da ſpingere, o portar ſeco le parti meno peſanti*; E queſta è la ragione per la quale, ſopra degli sbocchi, gli alvei ſi conſervano profondi, abbenchè le foci ſiano più alte di eſſe.

Corollario IV. Se l' acqua d' un fiume avrà tanta forza, da ſtabilirſi il fondo orizzontale, preciſamente, e niente di più, ſuppoſta una determinata reſiſtenza nel fondo; ſe queſta ſi accreſcerà, non ſarà ella più valevole a ſpianarſi il fondo orizzontalmente, e perciò ſarà più alto nelle parti più vicine allo sbocco, che nelle più lontane; E perchè può darſi il caſo, che tale alzamento di fondo non ritardi l' acqua, che ſopravviene; perciò in tal ſuppoſto *non ſi altererà il fondo nelle parti di ſopra*; (*Fig.* 19. *Tav. VII.*) *ma mantenendoſi, e connettendoſi col più alto, ſi renderà acclive* come BCD. Che *ſe poi l' alzamento del fondo inferiore CD, ritarderà l' acqua, che ſopraggiunge* da AB, in tal caſo, *ſe l' acqua porterà materia atta, riempirà l' alveo ABC ſino all' orizzontale EC*; e finalmente, *ſe ritarderà le parti vicine a CD, più che le lontane*, come per l' ordinario ſuccede, *formeraſſi l' interrimento BC*, che ſi alzerà, a proporzione della forza diminuita. E queſta è la ragione del mantenerſi, che fanno, i doſſi, e i gorghi negli alvei de' fiumi.

Che il doſſo CB poſſa non impedire il corſo dell' acqua in AB, può ſuccedere principalmente per due cauſe; La prima ſi è, perchè il fiume ſi divida in più rami; E la ſeconda, perchè ſi allarghi nelle parti inferiori, più che nelle ſuperiori, purchè la larghezza ſia viva; L' una, e l' altra cauſa però ricade in una ſola, che è la diminuzione dell' altezza viva dell' acqua. Suppongaſi dunque, che il fiume AD cammini per lo fondo CD orizzontale (*Fig.* 20. *Tav. VII.*), coll' altezza viva AC, o BD; e che, arrivato in D, o ſi allarghi, o ſi divida in più rami, dimanierachè l' altezza viva ſia BE; Supponiamo però, che nel principio, l' altezza dell' acqua nella parte BG, foſſe DB, e che il fondo foſſe continuato in DG orizzontale, ſarebbe dunque l' altezza DB non viva, e perciò l' acqua in quel ſito, ritardata. Quindi è, che ſupponendo, che la forza dell' altezza viva AC, ſia preciſamente quella, che baſta a tenere il fondo orizzontale; non ſarà la forza BD ritardata, baſtante a fare il medeſimo in DG; adunque portando l' acqua materia idonea, ſi faranno delle depoſizioni ſopra DG, forman-

mandosi il fondo EF declive, che si alzerà fino a lasciare l' altezza viva BE; Ma perchè l'ostacolo DE ritarda l' acqua, che sopravviene; e nell' istesso tempo l' acqua sopravveniente batte l' interrimento DE; non potendo questo sostenersi sul lato DE a perpendicolo, è necessario, che si spunti l'angolo, v. g. IEL, nel mentre, che l'acqua HID ritardata, permette le deposizioni; o interrimenti HID; E perchè quanto più l'acqua verso C è lontana dall' impedimento ID, tanto meno resta ritardata; perciò non si farà eguale deposizione da per tutto, ma sempre minore, e finalmente cesserà; dunque al disopra di H, conserverà l' acqua la forza primiera; e conseguentemente manterrassi il fondo orizzontale. E' però da notare, che nel tempo, che si formasse l' acclività HL, sminuendosi in essa l'altezza viva dell' acqua, e conseguentemente la forza; sarebbe necessario, che l' acqua s' elevasse colla sua superficie; ma perchè elevandosi, e dovendo ricadere su la superficie BA, farebbe forza contro le ripe, corrodendole, allargherebbe l'alveo; perciò, senza elevarsi sensibilmente, si anderebbe allargando proporzionalmente l' alveo, a misura, che si andasse formando il dosso HL; ch' egli si facesse più alto; e che l'allargamento, fatto sempre maggiore, continuasse per tutta la lunghezza dell' alveo, occupata dal medesimo dosso HL; finchè in L si formasse la cadente declive; e continuando la medesima altezza viva BE, si conservasse ancora la medesima larghezza.

Corollario V. Può darsi il caso, che un fiume abbia tanto di altezza viva d' acqua, e tanto di forza, che basti a formarsi, ed a mantenersi il fondo orizzontale; ma restando questa impedita, non possa più spignere la materia, che porta, senza l' ajuto di qualche declività, (come figura 16.) sarebbe il fondo AB, orizzontale al pelo dell' acqua BD; ma trovandosi il fondo AB, più basso del pelo del mare CD (*Fig. 15. Tav. VII.*), allora l' impedimento dell' acqua CB, ritarderebbe la forza dell' acqua corrente AC, che in conseguenza non sarebbe più valevole a mantenersi il fondo orizzontale; e perciò facendosi delle deposizioni, si alzerebbe il fondo, tanto che acquistasse quel pendio, coll' ajuto del quale potesse spingere la materia portata; e facendosi l' alveo per via di escavazione, tanto continuerebbe l' acqua ad escavare, quanto arrivasse a formarsi quella declività, che può bastare a non permettere deposizioni, ed insieme ad impedire maggior' escavazione.

PROPOSIZIONE IV.

Quanto maggiore sarà la tenacità del terreno, che compone il fondo del fiume, tanto esso sarà più declive.

Essendo che, quanto maggiore è la tenacità del terreno, cioè il lega-

legame, che hanno le di lui parti, l'una con l'altra, tanto maggiore è la resistenza, che in separarle incontra la forza dell'acqua; ne nasce, che supposta questa essere sempre la medesima, minore sarà l'effetto, se maggiore sarà la tenacità della materia; ed essendo l'effetto della forza dell'acqua, la disunione delle parti, e l'escavazione dell'alveo; ne siegue, che quanto maggiore sarà la tenacità della materia, tanto minore sarà l'escavazione: ma quanto minore è l'escavazione, tanto più resta declive il fondo dell'alveo; adunque quanto più sarà tenace la materia, che forma l'alveo al fiume, tanto sarà esso più declive. Il che &c.

S'osservi però, che, siccome due lime, l'una adoperata con maggior forza dell'altra, ponno egualmente sminuzzare un pezzo di ferro, abbenchè in tempo differente; così può parere ad alcuno, che l'effetto della tenacità del terreno sia solo quello, di fare consumare più tempo all'acqua in escavare; ma non già d'impedire l'escavazione. Ciò però non ostante, se si considererà, che la tenacità nella materia, in questo luogo, non solo si prende per lo legame vicendevole delle parti; ma ancora per la resistenza, ch'esse fanno all'essere separate, la quale sempre è maggiore, quanto meno coopera il peso di esse, alla disunione; manifestamente apparirà, che operando questo meno ne' piani, altresì meno declivi; viene in un certo modo ad accrescersi, collo sminuire della pendenza, la tenacità della materia; e che per lo contrario, facendosi minore la forza ne' piani meno declivi, può succedere, che la tenacità accresciuta, uguagli la forza dell'acqua sminuita, e così succeda, non solo maggiore consumo di tempo; ma altresì maggiore declività.

E' da notare in secondo luogo, che quando, in qualche caso impensato, la tenacità della materia, non s'accrescesse per la minor' inclinazione del fondo, o la forza dell'acqua per la medesima ragione non si scemasse; allora la proposizione non si verificherebbe, che in ordine al tempo dell'escavazione, che si dovrebbe più lungo alla materia più tenace; E perchè in tal tempo può darsi il caso, che succedano altre cause, che cooperino allo stabilimento del fondo dell'alveo, a queste pure si dee avere riflesso.

In terzo luogo si dee avvertire, che la proposizione s'ha da intendere in termini idonei, cioè, che la tenacità della materia non sia tanta, da resistere in ogni inclinazione, abbenchè quasi perpendicolare alla forza dell'acqua, come sarebbe nel marmo, o nel sasso vivo; e parimente, che la forza dell'acqua non sia tale, che, poste due diverse tenacità, possa superare l'una, e l'altra in qualsisia picciola inclinazione di alveo; poichè, nel primo supposto, tanto potrà la forza maggiore, che la minore; e nel secondo, si renderà nell'uno, e nell'altro caso il fondo orizzontale. Co-

Corollario I. I fiumi perciò, che hanno il fondo cretoso, o di tivarro, sono più declivi di quelli, che l' hanno arenoso, o limoso.

Corollario II. E perchè il continuo bagnamento contribuisce molto ad ammollire la tenacità della materia del fondo, e per lo contrario, il rasciugarsi della medesima, fatto dal Sole, accresce nella materia atta, la tenacità; perciò *i fiumi perenni sono*, per tal cagione, *qualche volta meno declivi, che i temporanei* in parità di tutte l' altre circostanze.

Corollario III. Se il fondo del fiume sarà di materia così tenace, e dura, che la forza dell' acqua tenti sì, *ma non vaglia a corroderla*, come, se fosse composto di sasso, o di muro, in tal caso *quella declività, che li sarà stata data dalla natura, o dall' arte, si manterrà sempre*, se non quanto la continuazione del corso dell' acqua, potrà qualche poco, in lunghezza di tempo, consumarla; e da ciò nasce, che le cateratte interrompono la continuazione dell' alveo de' fiumi, e si conservano per secoli intieri, senza considerabile mutazione; Si suppone però, che le pendenze siano totali, che non permettano deposizione di materia alcuna, sopra de' fondi.

Corollario IV. Se un fiume avrà il fondo in diversi luoghi variamente tenace; muterà di pendenza, sempre proporzionata alle resistenze del fondo; e perciò, dove questo sarà arenoso, si faranno maggiori escavazioni, dove cretoso, minori; dal che ne nascono alle volte i gorghi, e i dossi, che si vedono dentro i letti de' fiumi. Quà si ponno ridurre proporzionalmente i corollarj 3. 4. e 5. della Prop. antecedente; e principalmente le loro annotazioni.

PROPOSIZIONE V.

Supponendo il fondo d' uno, o più fiumi, composto di parti staccate, l' una dall' altra, come sono i sassi, e l' arena, minori saranno le declività, quando il peso specifico delle parti sarà minore.

Ciò è manifesto; perchè, supposta la medesima forza nell' acqua, egli è certo, che questa più facilmente, o separerà dal fondo, o spingerà avanti quelle materie, che saranno di minor peso specifico: Ma ciò facendo, abbasserà il fondo medesimo; adunque, di quanto minor peso specifico saranno le parti, che staccate l' una dall' altra compongono il fondo; tanto più facilmente questo si abbasserà; e per conseguenza si renderà meno declive. Il che &c.

Corollario I. Quindi è, che *i fiumi, i quali corrono fra le montagne*; dove hanno il fondo sassoso, ivi *hanno* anche *maggiore la pendenza, che nelle pianure*, nelle quali i fondi per l' ordinario sono composti di pura sab-

ſabbia: E ſimilmente (*a*) *in que' ſiti, ne' quali il fondo è arenoſo, le cadute ſono maggiori, che in quelli, ne' quali il fondo è compoſto di puro limo*, o belletta ſenza tenacità.

Corollario II. E perchè nelle parti groſſe, come ne' ſaſſi, e nella ghiara, ha molto luogo la qualità della figura (*b*) *allora il fondo ſarà più pendente, quando la figura delle parti, che lo compongono, ſarà più difficile a muoverſi, ed a ſcorrere ſopra le altre.*

Corollario III. Parimente, perchè i fiumi nelle parti ſuperiori del loro corſo, hanno frequentemente gli alvei ripieni di ſaſſi aſſai groſſi, e conſeguentemente peſanti; e di figura in oltre angolari, i quali ſono ſempre ſpinti al baſſo dal corſo dell' acqua, o portati dentro gli alvei dalle rovine delle montagne; ed (*c*) oſſervandoſi, regolarmente, che detti

(*a*) La condizione quì aggiunta *ſenza tenacità* era neceſſaria, affinchè il caſo del limo foſſe compreſo ne' ſuppoſti di queſta quinta propoſizione, nella quale ſi figurano le parti del fondo ſtaccate, e non in quelli dell' antecedente, ove ſi ſupponevano avere aderenza fra loro, e col fondo del fiume. Per altro ſe il limo foſſe così tenace, che poteſſe riputarſi della natura della creta, o del tivarro, allora potrebbe reſiſtere a maggior declività di quella, che ſoffrirebbe un fondo di pura ſabbia, ſecondo le coſe dette al corollario primo della propoſizione antecedente.

(*b*) Nella prima edizione del libro era quì occorſo un' abbaglio, leggendoſi *più facile*, quando dee ſtare *più difficile*, come abbiamo emendato, e come egli medeſimo avvertì nell' *errata* della detta edizione.

(*c*) Ancorchè in queſta propoſizione 5. l' Autore aveſſe ſolamente preſo a trattare di quella diverſità, che nelle pendenze de' fiumi può naſcere dal diverſo peſo ſpecifico delle parti, che compongono i fondi, ſopra i quali ſcorrono, nulladimeno nel preſente corollario, egli paſſa a conſiderare piuttoſto il peſo aſſoluto, che lo ſpecifico, il che non oſta tuttavia alla verità di ciò, che poi ſi conchiude; atteſochè conſiſtendo la difficultà di fare ſdrucciolare un corpo grave v. g. un ſaſſo, ſopra un piano declive nel dover egli ſormontar que' riſalti, che rendono il fondo aſpro, ed ineguale, è manifeſto, che poſta una medeſima aſprezza, e una medeſima figura sferica, quella forza d' acqua, che baſta a fare, che un ſaſſo di mole determinata ſcorra ſopra quel fondo, potrà non eſſer baſtevole a farvi ſcorrere un ſaſſo di maggior mole, e dell' iſteſſa materia, e per conſeguente di maggior peſo aſſoluto; e a volere, che baſti, ſi richiederà nel piano una declività maggiore, onde il ſaſſo meno abbia ad alzarſi riſpetto all' orizzonte per vincere le ſcabroſità. E ſebbene ne' fiumi al ſaſſo di maggior mole è anco applicata maggior forza, a riguardo di eſſer' egli inveſtito, e ſpinto da maggior quantità d' acqua, ſi dee tuttavolta conſiderare, che l' aumento della forza, che ha l' acqua ſopra i ſaſſi [poſta la velocità eguale in tutte le parti dell' acqua, che radono il fondo] non va, che in proporzione della ſuperficie de' ſaſſi, cioè de' quadrati de' loro diametri, laddove l' aumento del peſo, che ſi tratta d' alzare, è in ragione delle ſolidità, cioè de' cubi de' loro diametri; e perciò ſempre è vero, che a' ſaſſi più groſſi ſi richiede in un medeſimo fiume maggior declivo per ſupplire al difetto della forza dell' acqua, onde ſegue, che la linea curva del fondo del fiume debba eſſer concava dalla parte di ſopra, come ſi conchiude in queſto corollario.

In ordine poi alla natura della curva, in cui ſi debbono diſporre gli alvei de' fiumi formati per eſcavazione de' quali ſi tratta, riſulta dalle coſe dette dover' ella eſſer tale, che in ogni ſuo punto equilibri colla propria reſiſtenza alla corroſione la forza dell' acqua, che ſcorrendo per l' alveo tenta di corroderlo, mentre allo-

detti sassi sono più grossi nelle parti più alte, vicino alle fontane; e più piccioli ne' siti degli alvei, più lontani da esse; ne segue, che *de' fiumi, che corrono in ghiara, la linea del fondo, anche a riguardo di questa sola causa, debba disporsi in una curva concava, che nel suo progresso, sia sempre meno inclinata all' orizzontale.*

Corollario IV. E perchè concorrono a questo effetto medesimo, e l' acceleramento dell' acqua per la discesa, e l' unione di più acque in un sol' alveo; ne segue, che *unendosi le due cause predette colla resistenza dell' alveo*, resa gradatamente minore; tanto *maggiore concavità avrà la linea del fondo*, e tanto *maggiore sarà la difformità, o differenza fra le cadute in diversi siti del fiume.*

Corollario V. Se un fiume, dopo aver corso fra le montagne sopra un fondo ghiaroso, si ridurrà nella pianura a muoversi sopra un letto di arena uniforme, e porteravvi al mare, senza ricevere tributo di nuove acque; la linea del fondo, durante il corso per la ghiara, sarà una linea curva concava, a cui connetterassi una curva convessa, competente alla qualità uniforme del terreno arenoso.

Dalle proposizioni dimostrate in questo Capitolo, se ne potrebbero dedurre molte altre, tanto su i medesimi semplici supposti, quanto combinando insieme le diverse condizioni del fondo, della potenza dell' acqua &c. Ma sarà facile a chi che sia, il farlo, colla scorta delle accennate verità, le quali, oltre l' essere dimostrate, sono anche osservabili in fatto, particolarmente da chi saprà distinguere gli effetti delle cause accidentali, da quelli dell' essenziali.

Tutto l' esposto di sopra concerne principalmente lo stabilimento degli alvei, fatto per via di escavazione, dall' acqua: resta ora da considerare l' altra parte; cioè, come, e quando si stabiliscano i fondi per alluvione, replezione, o sia deposizione di materia. E prima, si consideri,

---

allora solo cesserà questa di escavare, quando le declività di mano in mano saranno disposte in maniera da pareggiare colla resistenza, che è variabile dipendentemente dalle stesse declività, la detta forza, variabile anch' essa dipendentemente, e da esse, e dalla discesa fatta, e dalle larghezze, che di mano in mano prenderà l' alveo; e perciò la ricerca geometrica di tal curvità parmi molto astrusa, e che per venirne a capo sia indispensabile stabilir prima delle ipotesi almeno verisimili in ordine alla dipendenza, o rapporto tanto delle resistenze, quanto delle velocità colle declività del piano, le quali leggi lascio a' più profondi geometri il ricercare. Avvertirò solamente, che quando in generale si trovasse la natura di tal curva, per determinare poi i punti in ciascun caso particolare, data che fosse l' origine, e lo sbocco del fiume colla positura del piano di mezzo, sarebbe d' uopo ridurre a misura la tenacità speciale di quel terreno per cui l' alveo dovesse passare, in caso che si dovessero staccare le parti della terra per formarlo, o pure il peso, la mole, e la figura de' sassi, in caso che si dovesse esercitar la forza dell' acqua solamente sopra parti staccate, spingendole avanti; i quali dati, parmi che sarebbero troppo difficili ad accertarsi.

deri, che pochi sono i fiumi, che portino acque chiare, cioè, non mescolate con materia alcuna terrestre; poscíachè i fiumi, quasi tutti, almeno nelle piene, s' intorbidano. *Supposto* nulladimeno, *che le acque di un fiume fossero in ogni tempo chiarissime, queste potrebbero bene profondare, ma non riempiere l' alveo proprio*, mancando loro la materia per farlo, se non quanto potrebbero le parti staccate dal fondo, o dalle ripe, essere levate da un luogo, e portate in un' altro, o per ispinta, o per deposizione: Quindi è, che, supposti gli alvei inalterabili di fondo, e di ripe, a cagione della resistenza eguale, o maggiore della potenza; le acque chiare non potranno mai in alcuna maniera mutare il sito dell' alveo, nè in profondità, nè in larghezza, quantunque siano basse di corpo, ed i fondi poco, o niente declivi. Quindi è, che (*a*) *gli scoli delle campagne, soliti a portare*, per lo più, *acque chiare si conservano lungo tempo, senza interrirsi; ma entrandovi acque torbide*, abbenchè in molta quantità, come succede nelle rotte de' fiumi, *in poco tempo si riempiono di terra*. Il dire però, che un fiume porti acqua assolutamente chiara, è supporre un caso, se non impossibile, almeno molto raro; perchè scorrendo l' acque per il terreno, è difficile, che non s' imbrattino; e cadendo, almeno in tempo di pioggia, l' acqua di essa, giù per la gran declività delle sponde dell' alveo; non può di meno, che non si svellano da esse, molte parti terree, le quali perciò siano portate nell' alveo a rendere torbida l' acqua. Ed in fatti io ho osservato, che il Tesino, poco sotto la sua uscita dal lago maggiore, lascia nell' escrescenze, manifesti segni di torbidezza sopra l' erbe bagnate dalla piena, i quali però non sono altro, che un sottilissimo velo di belletta, che le cuopre, e piuttosto fa loro cangiare il color verde, in olivastro, che, detergendole, o lavandole, si perde: indizio di qualche picciola torbidezza; e pure il luogo, dove io ciò osservava, non era lontano cento pertiche dall' emissario del lago. Lasciando dunque di trattare di questo caso, passeremo a considerare gli effetti de' fiumi, che corrono qualche volta torbidi, e che si stabiliscono il fondo co' proprj interrimenti.

Di tre sorti sono le materie portate da' fiumi; poichè altre sono spinte, sempre rasente il fondo, senza incorporarsi con l' acqua; altre s' incorporano coll' acqua medesima; ed altre galleggiano. Queste ultime hanno la loro gravità specifica, minore di quella dell' acqua; ma le altre due l' hanno maggiore, o eguale; L' egualità però del peso specifico, che può trovarsi nelle materie, veramente incorporate, coll' acqua, quì non merita considerazione veruna; come che è cagione, che

(*a*) La ragione di tal' interrimento si adduce dall' Autore nel capo XI. al §. *Ritornando*, e consiste nella troppo scarsa declività, che loro suol darsi nell' escavarne il letto, come ivi si può vedere.

che esse seguitino i moti, e per così dire, la sorte dell' acqua medesima; e perciò nel nostro caso possono considerarsi, come non differenti da essa; Resta dunque, che nelle *materie, tanto spinte, che incorporate, si debba intendere una gravità specifica maggiore di quella dell' acqua*; con questa differenza però, che le prime (essendo di mole, e peso assoluto assai grande) resistono più all'essere sollevate dal fondo: ma l' altre, per la picciolezza della loro mole, non ponno impedire, che il moto dell' acqua non le sollevi, e mantenga quasi unite alla propria sostanza, la quale però, perdendo nella mescolanza di tanti corpicciuoli opachi, la sua diafaneità, si chiama torbida; mentre al contrario le altre, che restano al di sotto, o al di sopra, non turbano la sostanza dell' acqua. E quì pure dee mettersi da parte un'altro caso, come non adattato alla materia presente; Si trova nell' acqua, (anche stagnante, ed a giudizio d'ogni senso, in riposo) un moto perenne, che può tenere sollevate delle particelle di materie più dell' acqua gravi; le quali perciò restano unite al corpo dell' acqua medesima, oome sono i ramenti de' sali, delle tinture, e di altre simili sostanze. Queste non si separano da essa, che col mezzo dell' evaporazione, o precipitazione; o con gran lunghezza di tempo. come succede alle parti tartaree, che trovandosi nell' acqua, anche limpidissima, delle fontane, incrostano, per di dentro, i loro condotti, e qualche volta empiendoli quasi affatto, serrano la strada al passaggio dell' acqua; di queste dunque noi non abbiamo da parlare; come che, per lo più, seguitano il moto dell' acque, o se talora si depongono, ciò è in un caso straordinario, che però ne' fiumi non fa regola alcuna; oltrechè, se si volesse discorrerne, sarebbe necessario prenderne i principj, forse dal più astruso della Fisica, e della Chimica.

Le materie pesanti, che non ponno, se non con violenza, separarsi dal fondo, per lo più, sono sassi, e ghiare, ed in qualche caso, arene assai grosse, oltre altre materie, che per accidente possono trovarsi ne' letti de' fiumi; queste rare volte sono sbalzate in alto dall' acqua (il che succedendo, quasi immediatamente precipitano al fondo) ma bensì sono spinte, o lateralmente, o al lungo del corso; o pure cumulate in un luogo; dal che ne nasce, sì la varietà, e sempre costante mutabilità degli alvei de' fiumi, che corrono in ghiara; sì quel continuo corso, non solo di acqua, ma di sassi, all' ingiù, che rende meraviglia a chi osserva ciò sempre succedere, senza che perciò i fondi si elevino (a). Ed in fatti

(a) Il Viviani contro il sentimento del Guglielmini, fu d' opinione, come si vedrà in un suo discorso, che le materie, le quali continuamente calano da' Monti non si logorassero, nè si riducessero in arena, ma che trasportate dall' acqua, non passassero un certo limite, ma restassero in un determinato tronco del fiume, il quale perciò continuamente si rialzasse; e molte prove addu-

fatti sembra a prima vista difficile da concepire, che dalle rupi vicine, continuamente si svellano sassi, e siano portati negli alvei de' fiumi, da' quali mai non escono, che alle volte per opera umana; e contuttociò non oltrepassino un certo sito, assegnato a ciascun fiume dalla natura; o sia dalla combinazione delle cause, che concorrono a questo effetto; senza però formarsi negli alvei, montagne di sassi, come pare a prima vista, che dovrebbe succedere a riguardo della loro abbondanza.

Se però si considererà la natura delle arene, che nient' altro sono, che pezzetti di sasso stritolato, siccome i sassi molte volte sono composti di arene insieme unite; ed in oltre, se si osserverà, che la forza dell' acqua opera contro di essi, continuamente col suo corso, spin-

adduce per dimostrare, che tali rialzamenti si son fatti ne' nostri fiumi di Toscana.

Son parecchi anni, che il Sig. Dott. Perelli parlando delle due opinioni, manifestò ad alcuni, che niuna di esse era il vero procedere della Natura; che i sassi fluviatili son materie primigenie componenti molte colline; che non possono essi giammai logorarsi a segno di ridursi arena; che questa pure è un altro componente del nostro globo, e di natura cristallina, e differentissima da quella de' sassi, come si scuopre col microscopio, e come dimostra la pruova del fuoco, che calcina la maggior parte de' sassi fluviatili, mentre vetrifica l' arena: che, ciò posto, l' acque precipitose staccando da' monti varie sorti di materie, depongono di queste le più grosse, e pesanti, e di poi gradatamente le meno, cioè prima i sassi dentro una certa lunghezza, dipoi l' arena dentro altra lunghezza, e finalmente la terra, belletta, e l' altre parti eterogenee più sottili, formando dette materie in ciascun tronco, nel quale son contenute, quella cadente, che è necessaria per far concepire all' acqua quella velocità, che le abbisogna per trasportarle più in giù: Talmentechè, seguitando le acque a portare dette materie, dee continuamente crescere la lunghezza del tronco, nel quale restano i sassi, come anco la lunghezza del tronco, ove è l' arena, e così pure degli altri tronchi, i quali ancora devono in tal modo continuamente rialzarsi, poichè calando i sassi in una parte del tronco contenente semplice arena devono questi rialzarla fino a costituirvi la cadente ad essi dovuta e maggiore di quella, che si dovea esser formata l' arena, cagionando simil rialzamento anco nelle parti superiori; così pure l' arena, avanzandosi produrrà un rialzamento nel tronco, che la contiene, e nel superiore, ec.

Questo rialzamento de' fiumi non si rende sensibile che nel corso di molti anni, imperocchè 1. le materie grosse non sono da per tutto, nè le acque possono staccarle in gran quantità. 2. perchè quando i sassi sono nel fiume, le acque volgendosi intorno ad essi in vortice, sollevano le materie più sottili, e gli sotterrano, onde lungo spazio di tempo si richiede, perchè un tronco di fiume li riempia totalmente, e ad una certa profondità. 3. perchè ogni piccolo allungamento del tronco, che ha sassi, richiede un rialzamento di tutto il detto tronco, fino cioè a qualche interrompimento. 4. perchè se ne estrae ancora una quantità per uso di strade, di fabbriche, di calcine ec. 5. finalmente perchè alcune pietre, quali sono l' arenarie si disfanno facilmente all' intemperie dell' aria, e al continovo, e vicendevole urto di altri sassi; e tutti generalmente questi si logorano, e si assottigliano nello strisciare, e ruotarsi per il fondo del fiume. L' istesse cause hanno luogo nell' arene, se non che queste essendo per la maggior parte incorporate nell' acque, e trasportate in giù dalle medesime, poco, o punto possono stritolarsi, e assottigliarsi nella continuazione del corso, attesa particolarmente la maggior loro durezza.

Che ne' fiumi segua un continovo rialzamento si rende manifesto quasi in tutte l' escavazioni, che si fanno per le pianure, poichè in esse soglion trovarsi, a profondità notabili, degli strati di ghiare, ed altre materie fluviatili, indizio sicuro d' un rialzamento delle pianure, che non poteva farsi se non col successivo, e ad esse respettivo rialzamento delle piene, e conseguentemente del fondo del fiume, per il quale si producono i continovi spagli, e rotte, le quali, benchè per lo più sieno di considerabil pregiudizio, non lasciano nondimeno di essere vantaggiose, ed utili per mantenere una cadente all' istessa campagna, e facilitarne ne' fiumi medesimi lo scolo, di cui per il detto rialzamento del fondo di questi resterebbe essa affatto priva.

gendoli a percuoterfi, ed a farli fcorrere, l' uno fopra l' altro, (al che va neceffariamente congiunto un continuo sfregamento, mediante il quale fi vanno perpetuamente logorando vicendevolmente: come ne fa piena fede il continuo mormorio, che fi fente ne' fiumi, i quali corrono in ghiara: effetto non tanto del moto dell' acqua, che urta, e fi rompe in effi, quanto del reciproco dibattimento de' faffi) e di più, fe fi avvertirà alla gran copia de' rottami; alla pulitura, che ricevono; ed a molti altri manifefti fegni di logoramento, che fi rifcontrano nelle ghiare de' fiumi; fe, dico, tutto ciò fi confidererà, facilmente fi potrà credere, che i faffi cotinuamente fi disfacciano in arene, e che richiedendofi al loro intero confumo una quantità determinata di quefto sfregamento (che in un certo grado, porta feco una determinazione di tempo, e di fpazio) venga tutto ciò terminato dentro il fito, che fta di mezzo fra il principio del fiume, e l' ultimo limite delle ghiare.

Per efempio, fupponiamo, che un faffo sfregandofi con un' altro (come farebbe fopra una ruota da pulire) con un certo grado di velocità, arrivaffe ad effere interamente confumato, dentro lo fpazio di un giorno; certa cofa è, che nel medefimo tempo fi confumerebbe, fe effo foffe moffo feguitamente per un piano, che foffe tanto lungo, quanto richiede la velocità dello sfregamento reciproco d' un faffo, con l' altro (fe però la forza, e l' afprezza foffe nell' uno, e nell' altro cafo eguale) e che non fi varierebbe l' effetto, fe tal logoramento fucce-deffe interpolatamente; purchè la quantità del tempo foffe d' una giornata. Varierebbefi bene, fe, o il moto, o il tempo, o la durezza, o la grandezza del faffo, o l' afprezza del piano, fi alteraffero; o fe mancaffe il piano medefimo, ful quale fi fa lo sfregamento, prima che il faffo foffe intieramente confumato.

Effendo dunque nel fiume una forza determinata, che cagiona una determinata velocità nel moto de' faffi; ed effendo, che quefti hanno una grandezza, e durezza limitata, che ordinariamente non oltrepaffano (potendo però avere l' una, e l' altra minore) ne fiegue, che la velocità del moto impreffo dall' acqua ne' faffi, dovrà richiedere un tempo determinato, che fia proporzionato alla durezza, grandezza &c. de' faffi medefimi, per interamente ftritolarli; e perciò, altresì dovrà effere determinata la lunghezza dello fpazio, neceffario per l' effetto medefimo; come che quefta è figlia della velocità, e del tempo. Non è dunque meraviglia, fe ne' fiumi fi riconofcono i limiti delle ghiare, e fe gli alvei non fi riempiono, per lo continuo entrarvi di quefte; effendo equilibrata, per così dire, la quantità di effe, che giornalmente entra nell' alveo, col confumo, che fe ne fa. E' ben facile anche l' intendere, perchè alcuni fiumi portino le loro ghiare fin dentro

il

il mare; allora, cioè, quando viene a mancare lo ſpazio addimandato dalle altre circoſtanze, per ſtritolarle in arena.

Sminuendoſi adunque continuamente la mole de' ſaſſi, e rendendoſi con ciò l'alveo ſempre meno declive (come ſi è detto *nel corol.* 3. *della prop.* 5. *di queſto cap.*) ne ſegue, che un ſaſſo, il quale ſotto una mole maggiore, contraſtando alla forza dell'acqua, poteva ſoſtenerſi in un alveo più declive; ridotto poſcia ad una mole minore, ceda all'impeto della medeſima, laſciandoſi ſpingere all'ingiù, fino a trovare quella declività, che reſti proporzionata alla diminuzione della di lui mole. Quindi è, che (*a*) ne' fiumi in ghiara ſuccedono continue eſcavazioni, ed altresì continue replezioni; ma così attemperate l'una con l'altra, che ne reſta il fondo ſtabilito; dimanierachè, alterato che ſia da cauſe accidentali, o in ſoverchia eſcavazione, o in ſoverchia replezione, ben preſto ſi riſtabiliſca, per l'efficacia delle cauſe perpetuamente operanti; e perciò, ſe l'alveo di un fiume in ghiara, ſarà meno declive di quello che porti la ſua natura; non mancandoli materia per cagionar replezione, eleveraſſi nel fondo, in maniera da acquiſtarſela; ed avendola più del biſogno, ne ſeguiranno eſcavazioni proporzionate, fino al termine, nel quale ſi pareggino le forze delle cauſe eſcavanti, con quelle delle reſiſtenti.

E quì cade in acconcio di dimoſtrare un' altra propoſizione, che contiene (*b*) un caſo poſſibile a ſuccedere ne' fiumi, che corrono in ghiara.

PROPOSIZIONE VI.

Se un fiume, che corra ſopra un fondo, che reſiſta all' eſcavazione, richie-

(*a*) Per eſcavazione s' intende quì non già il diſtaccamento delle parti ſalde del fondo, ſu cui poſano le ghiaie, ma il traſporto delle medeſime ghiaie al tratto inferiore [che forſe più propriamente direbbeſi eſpurgazione, o diſgombramento] ſiccome per replezione s' intende il ſucceder, che fanno altre ghiaie nel luogo laſciato da quelle, e queſti due effetti ſono quelli, che fra loro ſi attemperano per tal modo, che il letto venga a ſtabilirſi in quella pendenza, che gli è neceſſaria. Ove poi per cagioni accidentali tal pendio veniſſe a ſconcertarſi, ſe egli foſſe ſcemato ſi poſerebbero ſtabilmente ſul letto altri ſaſſi fino a reſtituirgli la primiera inclinazione, ſervendo eſſi di letto a quelli, che vi ſcenderebbero per l' avvenire; e ſe ſi foſſe aumentato, allora ſi diſtaccherebbono dal fondo quelli, de' quali ſaldamente era laſtricato fino al detto ſegno, e non più oltre. Tali eſcavazioni, e replezioni, che ſi chiamano continue, non debbono però eſſerlo ſe non per quel tempo, in cui l'acqua ha forza baſtevole a ſpignere le dette materie, che poſano ſopra il fondo.

(*b*) E' da avvertire, che l'Autore poco dopo, cioè nel corollario 6. della prop. 6. vuole, che ſotto queſto caſo ſi comprendano eziandio tutti que' fiumi, che hanno il fondo compoſto di parti ſtaccate fra loro, cioè *ſaſſi*, *ghiaja*, ed *arena*; e in fatti la dimoſtrazione, che ne adduce ſi può applicare non meno alle ſabbie groſſe, che ad altre più gravi materie, che ſi depongan ſu'l letto ſenza attaccarviſi.

richiederà tanto tempo per compirla fino al segno, che richiede la propria forza, e permette l'inclinazione dell'alveo, e che, prima d'esser' compita, sia portata nell'alveo altra materia della medesima natura; anderà il detto fiume continuamente scavando il suo fondo, che sarà stabilito fra due termini, l'uno determinato dalla massima altezza, che può farsi per replezione; l'altro dalla massima bassezza, fatta nell'escavazione. Fig. 21. Tav. VII.

Sia il fondo A B quello (*a*), che a riguardo della forza dell'acqua, e della condizione della materia &c. si chiama stabilito; e sia sopra di esso la materia contenuta nel triangolo A B C, della medesima natura di quella, della quale è composto il fondo A B; egli è evidente, che, correndo l'acqua con una forza determinata per lo fondo C B, potrà escavarlo; ma perchè tal' escavazione non può farsi instantaneamente, ma, per lo supposto, richiede molto tempo, poniamo, che l'acqua, corrodendo, abbia scavato il fiume, fino in D B, ma non sia giunta alla A B; e che, arrivata l'escavazione a detto termine, sia allora portata dentro il fiume, v. g. da' torrenti influenti, altrettanta materia, che basti a rimettere di nuovo in essere la pendenza C B. Continuando dunque la medesima forza d'acqua, tornerà a farsi l'escavazione; e se di nuovo arrivata fino in D B, sarà riportata nuova materia nel fiume, di nuovo si tornerà ad escavare, e così successivamente; Supponiamo perciò, che la pendenza D B sia quella, alla quale può giungere l'escavazione, durante il massimo intervallo di tempo, tra l'uno ingresso, e l'altro della materia nell'alveo A B; adunque non si arriverà mai coll' escavazione, alla pendenza A B; ma solo, al più, alla D B: Parimente supponiamo, che C B sia la massima altezza, che può fare, detratte le escavazioni, la materia, ch' entra nel fiume; adunque la declività non oltrepasserà mai la C B; e perciò il fondo sarà stabilito, o più tosto anderà librandosi, tra le due declività C B, D B. Il che ec.

Non si può pensare, che entri più materia nel fiume di quella, che sia smaltita coll' escavazione fatta del fondo; e per conseguenza, che questo debba sempre elevarsi; Perchè supposto che ciò succeda, è chiaro, che la declività si renderà sempre maggiore; e perciò la materia sarà disposta a cedere più facilmente alla forza dell'acqua, che anch' essa si accrescerà; onde maggior quantità di materia si smaltirà in un dato tempo: Accrescendosi dunque lo smaltimento di detta materia, finalmente si arriverà ad una elevazione, nella quale si pareggerà il consumo con l'entrata; e tale suppongo, che sia l'inclinazione C B.

Av-

(*a*) Cioè a dire sia quello, che la natura esige per quel tal fiume, e che attese le dette circostanze si stabilirebbe, se ella avesse tempo bastante a stabilirlo, prima che nel fiume fosse portata nuova materia agli interrimenti.

Avvertasi, che sebbene per l'escrescenza del fiume, e per l'abbassamento dell'alveo, la forza dell'acqua non può essere la medesima (siccome nè meno è la medesima quantità della materia portata via nella piena, per l'alveo più declive CB, e la portata via, cessata la piena, per l'alveo meno declive DB) nondimeno tutto ciò può ridursi ad una medietà aritmetica, nella quale gli eccessi compensino i difetti; e può supporsi, che l'escavazioni siano proporzionali a' tempi, ne' quali saranno state fatte; posciachè, negli estremi, torna la medesima cosa.

Corollario I. Perchè adunque l'entrata della materia grossa ne' fiumi, suole succedere per l'influsso de' torrenti nelle loro piene; ne segue, che in tal supposto, *quanto maggiori saranno gl'intervalli di tempo, tra l'una piena, e l'altra de' torrenti; tanto meno declive sarà l'alveo del fiume.*

Corollario II. Similmente, perchè le piene de' torrenti, quanto sono più grosse, e di maggior durata, riducono ancora maggiore quantità di materia ne' fiumi, perciò *quanto le piene saranno minori, e più corte di tempo, tanto meno sarà declive il fiume.*

Corollario III. Parimente, essendo che quanto maggiore, e di più lunga durata è la piena del fiume, tanto più opera in escavare il proprio fondo; ne segue, che *quanto più lunga, e maggiore sarà la piena del fiume, tanto meno declive sarà il fondo di esso*; Dipendendo perciò la piena del fiume, tanto nella durata, quanto nella grandezza, dalle piene de' torrenti; e facendo la prima, maggiore escavazione, e le seconde maggior riempimento; bisogna osservare, come s'attemperi una causa coll'altra, e giudicare la qualità dell'effetto, a misura di quella, che prevalerà.

Corollario IV. E quanto maggiore di corpo sarà l'acqua ordinaria del fiume, sarà ancora tanto meno declive l'alveo (*a*); quali declività, tanto in questo, quanto ne' Corollarj sopraddetti, si devono intendere in tempi omologi, come ancora la minima di tutte.

Corollario V. Parlando *de' fiumi temporanei*, dentro i medesimi suppo-

(*a*) Da ciò si deduce non essere per sentimento dell'Autore limitato il tempo, in cui la forza dell'acqua è capace di spignere le materie sciolte, e staccate, che stanno sul letto, al solo stato delle massime escrescenze del fiume, ma potersi tal'effetto aspettare in qualche grado anco nello stato ordinario dell'acqua; e con ragione, potendo in tale stato rimanere ad essa tanto di forza, che equivaglia a quella delle piene di un'altro fiume, poste eguali tutte le circostanze, che debbono concorrere al detto effetto. E quindi anco si può inferire, che in tale supposizione un fiume perenne sarà sempre meno declive d'un temporaneo, anchorchè questi fosse eguale a quello di forza a' tempi delle massime piene dell'uno, e dell'altro, atteso che nel perenne più lungo tempo durerà l'azione dell'acqua in tal grado, che basti a scemar la pendenza con isgombrare le materie deposte.

posti, *gli alvei tanto meno saranno declivi, quanto più breve sarà il tempo della loro aridità, o in cui saranno esausti d' acqua*.

Corollario VI. Abbenchè questa proposizione principalmente si verifichi ne' fondi composti di parti staccate l' una dall' altra, come sassi, ghiara, ed arena; nondimeno può applicarsi in qualche maniera a' fiumi temporanei, che depongono nel fine delle loro piene, materia limosa, e che si rende tenace per l' essiccazione fatta dal sole; Ho detto *in qualche maniera*; perchè ordinariamente *la materia limosa*, che è quella, che riceve tenacità dall' essiccazione, *non si depone, che con una gran diminuzione di velocità, che appena si riscontra nell' acqua de' fiumi*. Quando però vi si deponesse per qualche accidentale cagione, caderebbe sotto i supposti di quest' ultima proposizione.

Le materie poi, che s' incorporano colla sostanza dell' acqua, sono arene sottili, parti terree, ed altre di simile natura: Sono queste, non spinte, come le ghiare; ma sollevate dal fondo, e portate sino all' ultima superficie dell' acqua; abbenchè il loro peso specifico superi quello del fluido, al quale perciò non sono unite, per la gravità uniforme; ma solo per la violenza del moto, e per la resistenza, che trovano le loro superficie al discendere, impedite dalla viscosità dell' acqua medesima; in quella maniera per appunto, che i vapori acquei si sollevano, e stanno sospesi lungo tempo nell' aria, come si è spiegato *nel cap. 4.* Quindi *acciocchè le particelle di terra restino unite all' acqua, si ricerca un certo grado di agitazione proporzionato al loro peso, mole, figura, e superficie*, cessando il quale, cominciano a discendere, ed a lasciar l' unione, che prima aveano colle parti dell' acqua. Dal che ne nasce, *richiedersi maggiore agitazione, per tenere unite all' acqua le parti più grosse, e pesanti, che le più sottili, e meno gravi*. L' agitazione parimente, o è la velocità dell' acqua, esercitata lungo il corso del fiume; o pure i moti vertiginosi, fatti su un piano verticale, cioè dal fondo alla superficie, e da questa al fondo; o pure sopra un piano orizzontale, o inclinato, come s' osserva ne' vortici; Nè può negarsi, che questi, ed altri moti disordinati, non operino (tanto a corrodere il fondo, e le ripe; quanto a tenere sollevata la materia) molto più di quello, che possa la velocità esercitata per la linea di direzione del fiume; nulladimeno, perchè i moti sregolati non ponno comprendersi sotto regole semplici; ci contenteremo in questo luogo di considerare l' azione della sola velocità predetta: e ciò faremo tanto più giustamente, quanto che i moti predetti irregolari, sono ordinariamente più, o meno vigorosi, quanto maggiore, o minore è la velocità del fiume.

Dipendendo adunque, come si è detto nel Capitolo antecedente, la velocità dell' acqua de' fiumi, o dall' altezza del proprio corpo, o

dalla

dalla discesa; ed essendo, secondo l'uno, e l'altro principio, più veloce l'acqua in un luogo, che nell'altro; ne segue, che una parte dell'acqua può essere così veloce, che possa sostenere materie più grosse, e più pesanti; e che un'altra non basti, per portare le più sottili, e leggere. Quindi è, che *dove i fiumi sono più veloci, cioè nel filo dell'acqua, si mantengono più profondi; e dove hanno meno di forza, si fanno delle alluvioni*, e deposizioni di materie più grosse; E questa è la ragione, per la quale *nelle parti convesse della tortuosità de' fiumi si generano spiagge, o arenai, e dalla parte opposta restano corrose le ripe*. Dal medesimo principio deriva pure, che per lo più, ne' fiumi, che hanno acque più veloci verso il fondo, che alla superficie, le arene più grosse non si alzano al pelo dell'acqua, dove giunge la sola terra; e perciò le *alluvioni*, *che si fanno sulle restare* o golene, *sono di natura molto differente*, quanto alla materia, *da quelle che succedono dentro l'alveo*; e similmente *le bonificazioni fatte regolatamente, e col prendere l'acqua torbida verso la superficie, sono molto più fertili di quelle, che sono state fatte a fiume aperto*, e con prendere l'acqua dal fondo dell'alveo. Non vi è dubbio, che, continuandosi in tutte le parti del fiume, quel moto, che rendesi necessario, per tenere sollevata la torbida, non mai si deporrebbe essa, e sarebbe portata coll'istesso moto dell'acqua, fino all'ultimo termine; ma rallentandosi l'agitazione, è ben chiaro, che le materie eterogenee mischiate all'acqua, si deporranno successivamente, secondo la loro gravità; e perciò *sboccando fiumi torbidi in lagune, o paludi, le interriscono*, e fanno, che il terreno si manifesti in più luoghi, ne' quali prima non si osservava, che espansione d'acqua.

Per la stessa ragione *gli alvei de' fiumi*, ne' luoghi ne' quali sono *larghi più del dovere, s'interriscono alle sponde, ristringendosi l'alveo a quella capacità, che è richiesta dall'abbondanza dell'acqua, che vi scorre* (a); il che anco fanno nelle paludi &c. facendosi l'alveo, dentro gl'interrimenti medesimi: E perchè rare volte un fiume scorre, sempre

 con

* (a) Quindi si fa chiaro, che gli allargamenti, che soglion talvolta farsi a bella posta ne' fiumi possono, generalmente parlando, dirsi più tosto pregiudiciali, che utili, o almeno di niun vantaggio; tuttavia l'allargamento di un fiume è necessario allorchè le ripe si fossero ripiene di legname grosso, e minuto, sicchè il loro terreno collegato dalle barbe di questo, resistesse a quell'allargamento che farebbe l'acqua naturalmente; onde avvenir suole, che questa corroda al piede le medesime ripe, le scalzi, e le faccia finalmente smottare; e segua così un'altro quasi artificiale ristringimento: in questo caso è utile il ridurre in tali siti il fiume a quella larghezza, che si vede esserli fatta da se stesso in altri luoghi, ove non sieno ostacoli. L'allargamento di un fiume può essere ancora necessario, quando vi si voglia introdurre qualche quantità di nuova acqua; poichè essendosi il fiume stabilita una larghezza per una certa quantità, se questa si accresca, ne abbisognerà una maggiore, nè potendo tutta in un tratto da per se formarsela, arrecherà quei pregiudizj, che nascono dalla troppa angusta larghezza, se l'arte non l'abbia già prevenuto coll'allargamento.

con la stessa violenza, osservandosi maggiore velocità nelle piene maggiori, che nelle minori; e parimente nel colmo della piena, più che nel crescere, o cessare della medesima, in parità di circostanze: quindi è, che *correndo l' acqua torbida per un' alveo con poca velocità, seguono interrimenti nel fondo*, ed alle volte tali, che, cessata l' escrescenza, il letto del fiume si vede mezzo ripieno, e fa dubitare a chi è poco pratico della natura de' fiumi, ch' esso non possa essere capace di una piena maggiore; seguendo poscia la quale, di nuovo si scava alla primiera profondità. Perciò, se bene *un fiume* può scorrere al suo termine, sopra d' un fondo affatto orizzontale; *portando* però *acqua torbida*, se non avrà esso tanta altezza di corpo d' acqua, da tenere la terra sempre incorporata; *necessariamente dovranno seguire delle deposizioni* (*a*), le quali anderanno sempre crescendo, fino ad acquistare quel pendio, che più non può resistere alla forza dell' acqua, acciocchè non porti via la materia, che per altro resterebbe deposta sopra la di lui linea; e perciò *nelle piene minori si mutano le cadute, accrescendosi; e nelle maggiori, sminuendosi* (*b*).

Da ciò, che fin ora si è detto, evidentemente apparisce, rendersi inutile qualunque opera umana, che tenti di accrescere, o scemare le dovute pendenze a fiumi torbidi (*c*); posciachè, se non s' inducano nuove cau-

(*a*) L' altezza di corpo, che quì richiede l' Autore, affinchè non seguano deposizioni, è necessaria, o in quanto con essa suol' andar congiunta maggior velocità [che è quello, che principalmente quì si considera] o in quanto la maggior copia dell' acque, che non suol' esser disgiunta dalla maggior' altezza, può sostenere maggior quantità di terra, che è quello di che egli passa a ragionare poco dopo nel §. *Non è la sola*.

(*b*) Ciò che quì si dice del mutarsi le cadute, o sia le pendenze nelle varie piene d' un medesimo fiume, non è diverso da quello, che si è conchiuso nelle proposizioni precedenti, e ne' loro corollarj in proposito delle materie sciolte, che scorrono sul fondo de' fiumi senza incorporarsi coll' acqua, se non in ciò, che allora si esaminava, come si formino le pendenze a' fiumi mediante l' escavazione, o piuttosto l' espurgazione delle dette materie; e quì si considera come i fiumi acquistino le pendenze per la deposizione di que' corpi più tenui, che scorrono mescolati coll' acqua. Poichè dunque le arene de' fiumi, se sono delle più grevi si riducono alla prima delle dette due specie di corpi, e se delle meno grevi alla seconda, e poichè si è veduto, che nell' uno, e nell' altro caso le piene maggiori d' un medesimo fiume hanno forza di accomodare il letto a minor pendenza di quello, che facciano le minori, ne segue che generalmente ne' fiumi, che portano sabbia, se si misurerà la loro pendenza in tempi diversi, potrà questa trovarsi alquanto diversa, secondo il diverso grado delle ultime piene, che per essi saranno corse, purchè tutte le altre circostanze siano pari; ma tuttavia tal diversità sarà ristretta dentro certi limiti, corrispondenti alla massima, e alla minima forza, che possano aver avuta le dette piene nel produrre tali effetti; e però in questo, e non in altro senso si può intendere, che un fiume arenoso arrivi a stabilire la declività del suo letto.

* (*c*) Anco a' dì nostri vengono da alcuni inconsideratamente proposti, ed eseguiti i cavi de' tronchi anco ghiarosi de' fiumi, con gettare riguardevoli somme di denaro, e colla sola idea di togliere, o diminuire il pericolo dell' inondazioni. Il cavo di un fiume può esser utile, ma in pochi

cause perpetuamente operanti; accresciute che sieno dette pendenze, succederanno nuove escavazioni; e sminuite, nuove deposizioni; e perciò, nel mutare il letto a' fiumi, per via di cavi, si dee ben' avvertire la caduta, che ha un termine sopra l'altro, e paragonarla alla necessità del fiume, ed alla situazione della campagna, per non incorrere in quegli errori, che per simili inavvertenze hanno fatto, e fanno lagrimare le provincie intiere, a causa dell' alzamento seguito ne' fondi degli alvei, dell' impedimento degli scoli delle campagne, e dell' inondazione delle medesime. Dissi, *se non s' inducano nuove cause perpetuamente operanti*; perchè in tal caso potrebbe anche perpetuarsi l' effetto, perciò, in proposito di volere sminuire le pendenze, potrebbe giovare, essendo praticabile, il ristringimento dell' alveo ad un fiume; o l' unione di più acque in un' alveo medesimo: E quando le cadute siano troppo precipitose, è comune la pratica di traversar loro l' alveo con chiuse, o pescaje, per far elevare i fondi, ed impedire il dirupamento delle ripe; nel qual caso si tolgono bene alcuni de' cattivi effetti, che partorisce il soverchio profondamento del fiume; ma le cadute, in poco tempo, si ristabiliscono a misura della necessità dell' alveo. Solo, ad accrescere realmente le cadute, può contribuire la diversione dell' acque, o l' allargamento dell' alveo, quando possa mantenersi in tale stato.

Quale sia il grado di velocità, che può bastare per tenere sollevata la materia arenosa nell' acqua; e quale, la materia semplicemente terrea, è difficile da determinarsi; Egli è ben' evidente, che *il Pò, il quale nelle sue massime piene ha trentacinque piedi di altezza viva di acqua* (*a*), *non permette, che nel suo letto si faccia deposizione veruna*, sopra

---

pochi casi. 1. Quando la quantità dell' acqua del fiume si accresca notabilmente, e sia il fondo così stabilito, e tenace, che non possa essere dall' acqua istessa corroso, e incavato in breve tempo. 2. Quando in un tronco del fiume entri qualche scolo d' importanza, e non possa sufficientemente sboccarvi senza sbassare il fondo del fiume, nè possa detto scolo altrove divertirsi; in tal caso può esser vantaggioso mantener scavato il fiume per una determinata lunghezza dallo scolo in giù, ma conviene sostenere il tratto superiore del fiume con qualche serra, acciò le materie, che sono in quello, non cadino subito a riempire il cavo fatto; la quale avvertenza convien sempre avere, anco quando si dee fare il cavo d'uno scolo a un pezzo per volta; è necessario cioè incominciare da basso, ed ove si termina fare una serra, quando sia per sopravvenire dell' acqua, da levarsi poi, ripigliando il cavo del tratto superiore, come appunto si pratica ne' fossi di Pisa, nel cavo de' quali s' impiega più d' un anno. Finalmente con tale avvertenza può anco essere talvolta, che metta conto cavare i fiumi per diminuire l' inondazioni, quando manchino altri mezzi meno dispendiosi; nel che si richiede, che l' Ingegnere faccia le più prudenti considerazioni.

(*a*) Che il Pò abbia nelle massime piene 35. piedi d' altezza lo aveva eziandio detto l' Autore più sopra nel §. *Similmente* di questo capo 5., e forse lo dedusse dalle misure prese in quel fiume al Ponte di Lagoscuro nella Visita delle acque de' due Cardinali d' Adda, e Barberini dell' anno 1693. nella quale occasione (essendo il Pò in grande altezza) si trovò il suo

ſopra il fondo già ſtabilito: Che *Reno*, e *Panaro*, *i quali non hanno*, *che nove, o dieci piedi di altezza, depongono l' arena, ſino però a formarſi il pendio, riſpetto a Reno, di tredici in quattordici once di caduta per miglio; ma non laſciano già la terra, nè meno l' arena ſopra detta pendenza* (a). E' ancora probabile, che *l' arena medeſima poſſa andare, col lungo corſo de' fiumi*, così aſſottigliandoſi, *che poſſa paragonarſi colla terra;* ſe pure l'una, e l' altra non ſono una ſteſſa ſoſtanza, cioè l' una più ſemplice, l' altra più composta; ed in fatti ſi vede, che le arene del mare, le quali non ſono altro, che le portatevi dentro da' fiumi, ſono ſottiliſſime, e tanto più, quando provengono da' fiumi maggiori, e di corſo più lungo; il che eſſendo vero, tanto minor forza addimanderebbero per non deporſi; ſiccome anche minore la richiede il limo ſottile; e perciò pochi ſono i fiumi, i quali lo depongono nel proprio letto, fuorchè in poca quantità, e per cauſe affatto accidentali.

Non è la ſola agitazione dell' acqua quella, che concorre a tenere ſollevate le arene; avendovi anche gran parte la copia delle medeſime. Per intelligenza di ciò, ſi conſideri, che, ſiccome il moto dell' aria può ben fare aſcendere, e tenere ſoſpeſi i vapori, ma non in ogni quantità, che ſi trovino; e perciò è neceſſario, che cumulatane una gran copia, finalmente ricadano in pioggia; così l' acqua, mediante l' agitazione, che ſi trova avere, non può ſoſtenere qualſivoglia quantità di parti più gravi di eſſa; ma devono eſſere limitate, non tanto dal grado, che dalla ſomma del moto, che ſi trova nella medeſima; Quindi è, che il grado dell' agitazione corriſponde alla groſſezza

ſuo maſſimo fondo più baſſo appunto 35. piedi Bologneſi in circa de' ſegni delle ſue piene maggiori. Ma che tale altezza foſſe viva, vi ha luogo a dubitarne, atteſochè nè in quell' occaſione fu ritrovata una tanta profondità in alcun' altro de' diverſi ſcandagli fatti in quelle vicinanze, dove la larghezza è aſſai uniforme, nè dopoi in altre oſſervazioni replicate in que' contorni gli anni 1716., 1720., 1721., 1719. è mai ſtato trovato fondo così baſſo, con tutto che fra ſegni delle maſſime piene, ſuccedute nel tempo di mezzo non ſi ſia riconoſciuto divario di alcun momento. E' ben vero, che in queſte più freſche oſſervazioni ſi è ivi ritrovato qualche aumento di larghezza ſopra quella, che allora fu miſurata di piedi 700., e che l' Autore ha riferita nel detto §. *Similmente*.

(a) Che che ſia della vera altezza delle piene del Reno; quì, ed altrove mentovate dall' Autore, e di quelle eziandio del Panaro (intorno a' quali fiumi dopo il tempo, in cui egli ſcriſſe, ſi ſono fatte nuove, e più accertate oſſervazioni) la pendenza, che egli dà al primo di 13. in 14. once per miglio è ſcarſa, anzi che no, anche atteſe quelle ſole livellazioni, che egli poteva aver vedute; e in fatti i detti due Cardinali nella relazione, ò voto, che diedero intorno al recapito di quel fiume, la ſtabilirono col fondamento delle dette livellazioni di once 14., e due terzi, o di 14., e tre quarti, e da altre oſſervazioni, che poi ſono ſtate fatte nelle ſuſſeguenti viſite è riſultata forſe anco alquanto maggiore. Tali divarj ſi ponno attribuire in parte alle fallacie delle miſure, ma fors' anco in parte ſi debbono riconoſcere da' diverſi ſtati di pendenza, che il fiume può aver' avuti in diverſi tempi, ſecondo i varj gradi di quelle ultime piene, che precederono le oſſervazioni, che ne furono fatte.

sezza, o sottigliezza delle parti; e la somma del moto al numero, o quantità delle parti medesime. Può darsi perciò il caso, che il grado, o velocità dell' agitazione, non sia potente a sollevare, e sostenere un grano di arena; ma sminuzzato che sia, resti esso sospeso nell' acqua; non sarà però il medesimo grado valevole a sostenere infinite granella della medesima misura; se non s' intenderanno essere dell' acqua infinite le parti, e per conseguenza infiniti gradi di moto, rispetto al numero, ogn' uno de' quali sostenga un grano di arena; Egli è perciò necessario, che il numero di questi sia limitato, e proporzionato alla somma del moto, che si trova in una certa quantità di acqua; o pure, se così dir vogliamo, in una sezione di un fiume.

E' facile assicurarsi di ciò coll' esperienza; poichè presa una quantità di acqua dentro di un vaso, ed agitata questa con un moto sempre uniforme (il che si può ottenere con diversi artificj) se a detta acqua sarà infusa della polvere, si vedrà, che sul principio si mischierà ella con l' acqua, la quale perciò diverrà torbida: ma, se continueranssi ad aggiungere sempre altra quantità della polvere medesima, si vedrà, ch' essa non si mescolerà più con l' acqua; ma caderà al fondo del vaso, al che può concorrere, non solo la deficienza della quantità del moto necessario a sostenere la quantità della terra aggiunta; ma ancora la vicinanza delle parti medesime, che facilmente unendosi insieme, formino una mole più pesante, che richiede un grado d' agitazione maggiore, per essere tenuta sospesa nell' acqua. Per l' una, e per l' altra dunque delle suddette ragioni, egli è evidente, che, quantunque il grado del moto possa sostenere più parti di terra incorporate coll' acqua; non potrà sostenere però tutta quella quantità, che a lui sarà somministrata; e perciò può darsi il caso, che in un fiume sia portata tanta quantità di terra, che l' acqua di esso non possa portarla via, se non in un tempo determinato: incidente, che porge motivo alla seguente proposizione, i supposti della quale, se bene di rado accaderanno, non sono però impossibili.

PROPOSIZIONE VII.

Se ad un fiume sarà somministrata, v. g. da' torrenti influenti, tanta quantità di terra, o di arena, che non possa tutta incorporarsi con l' acqua di esso (a); si deporrà ella, ed alzerà il fondo; ma cessato l' influsso de' tor-

(a) Con tutta ragione ha detto l' Autore, che di rado verrà il caso, che si verifichino i supposti di questa proposizione, perciocchè l' acqua del fiume potrà ordinariamente sostenere quantità assai maggiore di terra, o d' arena sottile di quella, che possa esserle somministrata da' suoi influenti. E nel vero se un' influente con quel grado di velocità, e di agitazione, di cui egli è dotato, si suppone

torrenti, la terra deposta sarà corrosa, e portata via dal corso del fiume: E se a far ciò, si richiederà più tempo, di quello intercede fra un' influsso, e l' altro de' torrenti, non potrà il fondo del fiume ridursi a quella minore declività, che addimanda la forza dell' acqua, e la resistenza della materia, che compone il fondo; ma si stabilirà fra due termini, l' uno de' quali sarà quello, che compete alla massima corrosione, che può fare il fiume in detto tempo; l' altro sarà quello, che è limitato dal massimo alzamento, che può fare la materia portata in esso.

Io non stimo necessario il dimostrare a parte, questa proposizione, potendo applicarsi ad essa proporzionalmente la prova *della Prop. VI. di questo Capitolo*, dalla quale non è in altro differente, che nel supposto della materia portata da' torrenti nel fiume; ed a questa proposizione possono applicarsi i corollarj, ed annotazioni fatte a quella. Solo si può avvertire, che tanto è più facile la corrosione della materia in questo caso, quanto essa non ha bisogno, per essere corrosa, di essere spinta radente il fondo del fiume; ma può incorporarsi all' acqua, la quale, sebbene entrasse chiara nell' alveo del fiume; nulladimeno per tal corrosione s' intorbiderebbe; e per ciò difficilmente verrà il caso, se non accidentalmente che nel tempo, che corre tra l' una piena, e l' altra de' torrenti, non sia compita la corrosione, e stabilito il fondo.

Questa proposizione ancora si verifica in parte, in que' casi, ne' quali le piene de' fiumi, nel suo maggior colmo, fanno delle deposizioni, che poi sono levate, nel calare delle medesime; o in acqua ordinaria, cessando le cause, che hanno cooperato a fare dette deposizioni; e perciò non bisogna maravigliarsi, se alle volte si vede un fiume basso corrodere l' arena, che tal' uno crederebbe, dovesse essere stata portata via, non deposta, dal fiume più alto; perchè in alcuni luoghi si fanno, per cause accidentali, delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse; come a suo tempo si spiegherà (*a*).

Ri-

poter pur sostenere, e portare quella quantità di terra, che egli porta, e con essa entrare nel fiume recipiente, appena si può dubitare, che la medesima quantità di terra non possa esser sostenuta dal recipiente, che per l' ordinario suol' esser fiume, e più copioso d' acqua, e dotato di eguale, o di maggior grado di velocità per la sua maggiore altezza viva, la quale velocità dovrà poi anco aumentarsi col ricevere, che egli farà le acque dell' influente. Non pare dunque possibile questo caso se non ove il recipiente fosse assai tardo di moto, e particolarmente ove fosse impedito dal rigurgito del mare. ma allora è difficile, che abbiano luogo gli altri supposti di questa proposizione, cioè a dire, che l' impedimento duri sì lungo tempo, che la materia deposta non sia stata frattanto portata via dal fiume prima, che sopraggiunga altra piena del torrente, come l' Autore ha avvertito nel §. *Io non stimo*, che segue appresso.

(*a*) Vedine gli esempi, e le spiegazioni nel capo 10. §. *Abbiamo di sopra*, e §. *Lo stesso accade*.

Rispetto finalmente alle materie, che sono portate a galla dall' acqua, queste meritano poca considerazione: posciachè, se esse non s' uniscono col fondo, o con le ripe, si depongono nelle golene, o pure sono portate fino all' ultimo sbocco. Talvolta però, cessando l' acqua ne' fiumi temporanei, restano esse nel fondo, o nelle spiagge del fiume; ma sopravvenendo nuov' acqua, di nuovo si alzano a galla, e seguitano il corso della medesima, sempre nella parte, che è più veloce, cioè nel filone; salvo che tal volta, secondo la loro diversa condizione, o si framischiano alle deposizioni terree, e servono ad accrescere la resistenza del fondo; o, se sono rami d' arbori, e capaci di farlo s' abbarbicano, e radicano nel fondo, o nelle sponde, e talora lo fanno così stabilmente, che servendo d' un considerabile impedimento, mutano la direzione al corso dell' acqua, o scostandolo, o stringendolo contro una ripa. Lo stesso succede per cagione de' semi delle piante, che portati dall' acqua, e deposti in qualche luogo idoneo, nascono, e vegetano, o vestendo d' erba le sponde de' fiumi, e con le radiche sostentandole, che non dirupino; o imboscando le golene, e le scarpe delle ripe dell' alveo, e le spiagge medesime; cagionando con ciò diversi effetti, ora utili, ora nocivi. Rare volte però, e forse non mai, succede, che le materie galleggianti sopra l' acqua, alterino considerabilmente, e stabilmente la positura del fondo; abbenchè molte volte mutino la situazione delle ripe.

Dalle cose fin' ora dette, concernenti le deposizioni delle materie portate dall' acqua, si potrebbero dedurre alcune altre proposizioni (a); ma queste ricaderebbero nelle dimostrate di sopra, in proposito dell' escavazione; poichè egli è evidente, che se si facessero deposizioni maggiori di quelle, che sono permesse dalle cause escavanti, comincerebbero queste ad operare; e tanto più facilmente, quanto che minor forza si ricerca per corrodere la materia deposta, come senza tenacità; che a staccare le parti d' un fondo antico, le quali rare volte saranno prive d' ogni legame colle vicine; e perciò torna lo stesso, o con-

(a) In proposito de' letti de' fiumi stabiliti per deposizione di materia potrebbe nascere una difficultà, ed è, che essendo questo caso comune più, che altrove nella pianura, dove i fiumi trovando luoghi bassi, e paludosi gli hanno ugualiati colle alluvioni, e fra questi si sono formati un letto con quella tenue pendenza, che secondo la dottrina dell' Autore poteva per l' appunto bastare a dar luogo alla velocità necessaria a non deporre più oltre la terra, o l' arena; ed essendosi detto, che appunto ove la pendenza è così scarsa, la cagione di cui le acque riconoscono la loro velocità non è la discesa, che succeda a cagione della detta pendenza, ma quasi unicamente l' altezza corrente dell' acqua, pare, che tali dottrine ripugnino una coll' altra. Ma tale apparente contradizione si toglie considerando, che quel poco di velocità originata dalla discesa, che in tali casi in virtù della pendenza si mantiene tuttavia nel fiume, quando si paragoni colla veloci-

considerare il fiume ſtabilito per via di ſola eſcavazione, ſenza alcuna depoſizione; o pure per ſola depoſizione, ſenza alcuna eſcavazione; mentre nell' uno, e nell' altro caſo, la forza dell' acqua tralaſcia di eſcavare, perchè la reſiſtenza della materia, che compone il fondo, unita alla poca declività della di lui linea, la impediſce di ulteriormente operare.

Abbiamo ſin' ora addotte le cauſe, che concorrono a ſtabilire la ſituazione del fondo; reſta ora, per compimento di queſto Capitolo, da determinare il principio, dal quale vien regolata la diſtanza delle di lui parti dal centro della terra; atteſochè ponno due fiumi avere nel fondo una ſituazione affatto uniforme, sì nella lunghezza, che nella degradazione delle cadute; ancorchè le parti ſimili degli alvei dell' uno, e dell' altro, ſiano diverſamente diſtanti dal centro della terra, come evidentemente dovrebbe ſuccedere, ſe uno entraſſe nel Mare, cadendo da una cateratta, chiuſa, o ſoſtegno; e l' altro entraſſe placidamente, portando la ſua ſuperficie ad unirſi inſenſibilmente a quella del Mare. Queſto caſo aſſai bene inſegna, che l' altezza, o baſſezza degli alvei de' fiumi, de' quali ſia ſtabilita la linea cadente de' fondi, unicamente dipende dagli sbocchi, il fondo de' quali dee ſervire per baſe a tutta la parte ſuperiore del fiume, diſponendo ſopra di eſſo tutte le linee, o declività, che competono a tutte le parti dell' alveo, ſino alle fontane, dalle quali tirano l' origine i primi rivi. Se però il fiume non avrà il letto ſeguito, e continuato dal principio al fine, come ſe ſarà interrotto, o da cateratte, o da laghi, paludi, e ſimili; ſi devono conſiderare queſte, come il fine del fiume, ed aſſumere la parte ſuperiore della cateratta, o la foce dell' immiſſario, come un nuovo sbocco, ſul quale s' appoggi l' intera ſituazione delle parti ſuperiori. Ma di ciò, più a lungo diſcorreremo nel Capitolo ottavo, ſiccome tratteremo più ampiamente della larghezza de' fiumi in altri luoghi, ſecondo che porterà l' occaſionè della materia.

CA-

locità totale (o ſe ſi vuole colla media) di eſſo, può eſſere sì poca coſa, che non meriti di eſſer meſſa in conto, e però ſta bene, che la detta velocità media ſi riconoſca ſenſibilmente tutta dall' altezza, ma ciò non oſtante può quell' atomo di velocità di più, eſſere quello per l' appunto, che biſognava al fiume per ſoſtenere la materia terrea, ed arenoſa, che egli porta; e però a conſervare tal grado di velocità, e ad impedire gli interrimenti, gli era neceſſaria quella tal miſura di pendenza. Aggiungaſi, che l' iſteſſa altezza corrente per le coſe dette nella annotazione 15. del capo 4. c. 289., e per quelle, che ſi diranno nel capo 7. non produce velocità eguale ove gli impedimenti non ſieno eguali, e però meno ne produce ove è minore la pendenza, la cui ſcarſezza è uno de' più conſiderabili impedimenti. E però non oſtante, che la velocità ſi attribuiſca, più che ad altro all' altezza, la pendenza ſempre vi ha parte nel fare, che queſta la produca, o piuttoſto la mantenga in maggiore o minor grado, ſecondo che maggiore, o minore ſi trova eſſere la ſteſſa pendenza.

CAPITOLO SESTO.

Della rettitudine, e tortuosità degli alvei de' fiumi.

DOpo d' avere indagate, nel Capitolo precedente, le cause radicali delle due principali proprietà de' fiumi, cioè della profondità, o più tosto della declività, e larghezza degli alvei; pare, che il buon' ordine porti a considerare, quali siano le vere cagioni della loro diversa situazione nella superficie terrestre; riscontrandosi in questo particolare molte circostanze, degne d' una particolare avvertenza. Si vede tutto il giorno, da chi considera il corso de' fiumi, che altri di questi si stendono in una linea retta, dal suo principio fino al fine; ed altri, ora s' incurvano, formando angoli assai grandi, ora s' increspano nelle curvità delle corrosioni, ora si raggirano in mille meandri: nel che si deve riconoscere, o un fine particolare della natura, o pure una necessità inevitabile, che obblighi i fiumi, a prendere strade diverse, l' uno dall' altro.

S' io considero la natura nella sua simplicità, difficilmente posso darmi a credere, ch' ella affetti altra strada, che di linee rette; poichè corre un' assioma comune fra' fisici, che *la natura opera sempre per i mezzi, strade più compendiose*: Quindi è, ch' essendo l' intento della natura di portare per gli alvei de' fiumi le acque di essi al suo termine, cioè al mare, o a' fiumi maggiori, è difficile d' immaginarsi il fine, per lo quale sceglie ella vie oblique, e tortuose per lo corso de' fiumi, duplicando molte volte, e triplicando la lunghezza della strada, che per una sola linea retta, s' avrebbe brevissima. E' dunque necessario il dire, che *l' obliquità del corso de' fiumi, sia una necessità indotta dalle circostanze, e dall' azioni delle cause parziali, che concorrono alla generazione*, per così dire, *degli alvei*; e che essendo sommamente difficile il fare, che un moto prodotto, e diretto da più cagioni, seguiti la rettitudine di una linea; necessariamente perciò succeda, che i fiumi prendano strade oblique, e tortuose, secondo la diversità, o delle resistenze, o delle cause, che o s' uniscono, o succedono l' una all' altra nell' operare.

La necessità, che hanno avuta gli uomini d' impedire la voracità de' fiumi, che ingojano, colla corrosione delle ripe, molte volte le sostanze d' una famiglia; e col mutar corso, ed abbandonando i ponti, sotto i quali avevano l' esito, non rare volte intersecano le strade, ed interrompono la libertà del commercio; oltre mille altri mali dipendenti dall' instabilità de' fiumi medesimi; è stata quella, che ha acuiti gl' ingegni delli architetti di acque a cercarne i rimedj, e ad indagarne

ne le cause; onde è, che niuna altra parte dell' architettura dell' acque, è stata trattata più di questa; parendo forse, che essa non si estendesse, oltre questa materia. Bisogna però confessare, che non si è fin' ora fatto molto profitto; o siasi, che troppo moltiplicate siano le cause, che cagionano le corrosioni, e le mutazioni di corso; o che sia troppo difficile il misurare l' energia delle medesime, e il proporzionar loro la resistenza de' ripari; o che sia facile lo sbaglio nella investigazione della vera causa produttrice dell' effetto, che si vorrebbe rimuovere; E perciò, il più delle volte, vanamente si travaglia, ed inutilmente si spende il tempo, e il denaro, in volere resistere al corso incamminato d' un fiume; anzi molte volte il rimedio è peggiore del male, non essendo rari que' casi, ne' quali un riparo portato via dal fiume, ha tirata seco in un giorno la ruina della ripa, a cui egli era connesso, e la quale, per altro, avrebbe resistito più lungo tempo.

Io non pretendo con ciò di condannare l' uso di difendere le sponde de' fiumi; e molto meno di dar regole di farlo sicuramente. So quanto egli sia difficile, e quanti riguardi, e cautele si richiedano, a chi ne intraprende la pratica; Nè mi è ignoto, che molto insegna l' esperienza, e l' esperienza del fiume, in cui si travaglia, la cognizione del quale, rispetto alle proprietà individuali, è affatto necessaria. Non deve però l' esperienza andare scompagnata dal lume, che somministrano le cognizioni teoriche; altrimente rimarrà ella affatto allo scuro, qualunque volta manchino le circostanze, alle quali resta ella appoggiata. Pretendo bene di porgere qualche lume alla pratica, per altro cieca, degli architetti delle acque, acciocchè dalla cognizione delle cause, possano condursi più facilmente a quella degli effetti, e proporzionare a quelle, ed a questi, le loro invenzioni; e ciò senza uscire dal mio instituto, qual' è di rendere palese la natura de' fiumi; addurre le cagioni degl' effetti, che in essi si riscontrano; e di mettere in chiaro le regole osservate dalla natura medesima, nella condotta de' fiumi.

So che il Barattieri, ed il Michelini hanno trattata ampiamente questa materia; e molti sono stati quelli, che hanno proposti de' modi di riparare le ripe, acciocchè in esse non succedano corrosioni; onde io prendendo da' primi ciò, che ho creduto conforme alla verità; ho aggiunto quello di più, che mi è venuto in mente sopra questa materia, e che mi è paruto non lontano dal vero. Mi è ben convenuto di separare le cause, l' una dall' altra, considerando ciò, che dall' una, presa sola, può derivare, senza unire l' efficienza di più di esse insieme congiunte; Poichè (oltre che, avendo destinato di fare altrimenti, mi sarebbe stato necessario d' intraprendere un trattato intiero) ho

ho creduto, che chi avrà ben'inteso il modo di operare d'ogn'una delle cause addotte, potrà facilmente dedurre ciò, che possano due, o più di esse congiunte: Nè ho mancato di dare di passaggio qualche avvertimento a' pratici, che potrà loro giovare nella construzione, sì de' ripari, che degli argini, i quali si fanno alle sponde de' fiumi tortuosi. Seguitando perciò l'intrapreso metodo, ho distesa tutta la materia in alcune proposizioni, dalle quali ho dedotti gli opportuni Corollarj, ne' quali ho, cred'io, spiegato tutto ciò, che può appartenere al soggetto di questo capitolo.

PROPOSIZIONE I.

Se un grave sarà posato sopra d'un piano inclinato; lasciato che sia in libertà, discenderà per quella linea, che dal centro del mobile caderà perpendicolare alla comune sezione del piano inclinato col piano orizzontale.

Sia il piano orizzontale I G C H (*Fig.* 22. *Tav. VIII.*), e l'inclinato E F C D, e la comune sezione di essi sia la linea DC: dico, che se il grave A sarà posato sopra il piano inclinato E F C D, lasciandolo cadere, prenderà esso nel discendere la linea A B, perpendicolare alla D C. Posciachè egli è certo, che i gravi tutti prendono nel loro discendere quella strada, per la quale più presto ponno avvicinarsi al centro; o ch'è lo stesso, per la quale più presto arrivano a toccare il piano orizzontale; ma la linea A B, come perpendicolare alla D C tirata sul piano orizzontale, è più breve della linea A D; e generalmente di tutte quelle, che dal punto A ponno tirarsi alla D C; adunque il grave A descriverà nel suo discendere la linea A B. Il che &c.

Corollario I. E perchè *l'acqua* anch'essa è un corpo grave; perciò *trovandosi* dell' acqua *in A, senz' altra direzione, che quella, che le può dare la propria gravità, discenderà anch' essa per la linea A B.*

Corollario II. Similmente perchè la linea A B è quella, che fa l' angolo maggiore col piano orizzontale, (come facilmente si può provare, lasciando cadere dal punto A una perpendicolare al piano orizzontale v. g. A K, e dal punto A tirando le linee K B, K D, dalla quale construzione farassi l'angolo A B K maggiore di A D K, per essere le due A B, K B minori ad una ad una, delle due A D, D K, e la linea A K comune) essendo perciò la linea A B quella, che ha più di caduta in eguale lunghezza; ne segue, che, *dovendo l'acqua discendere per la sola virtù della propria gravità, sceglierà quella linea, per la quale troverà maggiore caduta*, o la quale (che è lo stesso) sarà più inclinata all'orizzontale.

Corollario III. Non essendo però l'acqua un solo corpo; ma l'aggregato di più corpicciuoli insieme; n'avverrà, che *posta una quantità di ac-*

di acqua in A, non potrà ogni parte di essa discendere per la linea A B; ma diverse parti sceglieranno diverse linee; tutte però per questa ragione, *parallele ad A B*.

Corollario IV. Essendo però impossibile, che *l' acqua* corra giù per lo piano E C, senza qualche altezza di corpo; bisogna, che tale altezza *in virtù della pressione, spinga lateralmente qualche parte di acqua, quale venga obbligata a prendere una linea obliqua*, v. g. A D; *Ma* essendo maggiore la velocità per A B, che per A D; maggiore anco sarà il corso, e lo scarico dell' acqua per essa A B; e in conseguenza *non potrà allargarsi molto il corso di tutta l' acqua, a destra, ed a sinistra della linea A B*.

Corollario V. Che *se il corso per A B sia fatto con tanta velocità, che basti a disunire, l' una dall' altra, le parti del piano A B, farassi l' escavazione per la linea A B*; e perciò profondandosi l' acqua sotto la superficie del piano E C, *serviranno le sponde di questo scavo, ad impedire l' allargamento dell' acqua*; e perciò discendendo essa per piano tanto declive, che possa coll' escavazione, formarvi dentro *l' alveo*; *sarà* questo *disposto in una linea retta, che abbia la caduta maggiore di quella, che possano avere tutte l' altre linee tirate da quel punto sopra del piano medesimo*. Lo stesso succederà, se, non essendo il piano tanto declive, che possa essere escavato, l' acqua sia torbida, e possano farsi delle alluvioni; perchè in tal caso, *la materia terrea si deporrà lateralmente alla linea A B, ed alzandosi le sponde, succederanno gli effetti medesimi dell' alveo scavato*.

Queste dimostrazioni però suppongono, che la materia, della quale è composto il piano, sia omogenea, almeno nella resistenza delle parti all' essere staccate; altrimenti potranno succedere delle alterazioni, come si dirà più abbasso.

PROPOSIZIONE II.

Se un grave sarà gittato sopra un piano declive con qualche direzione obliqua, descriverà esso sopra del medesimo piano una linea curva, fin tanto che la forza, che lo spinge per detta direzione, gli si tolga dalle resistenze di esso piano; indi discenderà per la linea retta, di cui si è parlato nella prima Proposizione.

Prima d' accingermi alla dimostrazione di questa Proposizione, devo avvertire in primo luogo, ch' io *non parlo di piani mattematici; ma di piani fisici*; e conseguentemente ineguali, (come, parlando di acque, sarebbe un piano di terreno) ne' quali perciò si possono intendere delle resistenze, che impediscano la velocità del mobile, e finalmente l' estinguano: ed in secondo luogo si dee pure intendere, *la natura*

del moto attuale, o di traslazione, è di tal sorte, che non si può concepire senza intendere il mobile con qualche direzione, cioè senza intendere, che sia trasportato verso qualche parte, *e con qualche velocità*, mediante la quale sia valevole a scorrere un dato spazio in un dato tempo.

Per quello, che s'aspetta alle *direzioni*, queste o *sono semplici*, o *son composte: semplici direzioni si chiamano quelle, che si esercitano per linee rette*, come sono supposte comunemente quelle delle cadute de' gravi; e queste sono prodotte da una, o da più forze operanti per la retta medesima. Questo si può intendere in due maniere, o perchè veramente operando da se ognuna delle forze, spinga il mobile per detta linea; o perchè, operando le forze separate per linee diverse, quando poi si congiungono, unifcano la propria forza in una terza linea retta, nella quale si trovi eguale ubbidienza all'una, ed all'altra delle direzioni delle potenze motrici; ciò però non ostante, si chiamano semplici direzioni; perchè, quantunque le forze siano diverse, e diversamente operanti, nulladimeno ponno equivalere ad una terza forza eguale di energia a quella, che si esercita nel mobile.

Direzioni composte si chiamano poi quelle, che sono prodotte da diverse potenze operanti per diverse direzioni semplici, ma non con moti equabili; e perciò queste vanno a terminare i loro effetti in linee curve, come sono le circolari, le elittiche, le paraboliche &c. Ma perchè il moto prodotto dalle semplici potenze è di sua natura uniforme, ed equabile; e per conseguenza, non impedito, continuerebbesi eternamente, e colla direzione di prima; perciò *non si può intendere, che una direzione si muti, se non incontri qualche impedimento, o non s'aggiunga, di tempo in tempo, nuova forza al mobile*.

Supposto per esempio (*Fig.* 23. *Tav. VIII.*); che il mobile A sia trasportato di moto equabile per la linea A B, continuerà egli a muoversi per essa indefinitamente; ma se arrivato in B, troverà il resistente CD, che lo impedisca di portarsi più avanti per detta linea, ma non gli levi alcuna parte della forza intrinseca, che l' obbliga a muoversi; cambierà esso direzione in BE; ma non muterà velocità, e saranno gli angoli CBA, EBD eguali; Questo adunque è il primo caso, nel quale si muta la direzione di un mobile.

Ne' moti composti poi, se ambedue i moti componenti sieno equabili (*Fig.* 24. *Tav. VIII.*), come AB, FB, benchè diversamente veloci; e se l' uno, e l' altro di essi spinga il mobile B, non prenderà esso la direzione BE, nè la BD; ma un' altra terza BC, che sarà il diametro di un paralellogrammo, i cui lati BD, BE sieno le linee continuate de' moti componenti, ed abbiano la proporzione delle velocità FB, AB. Che se i moti non fossero equabili ambedue; ma o uno uni-

uniforme, e l'altro ritardato, o accelerato; o pure l'uno accelerato, l'altro ritardato; o tutti e due accelerati, o ritardati, ma difformemente; non potrà il mobile scorrere per una linea retta; ma dovrà descrivere col suo centro dell'impeto una curva, nella quale, perchè ad ogni momento si muta direzione; perciò si dee questa intendere in ogni punto di essa curva di tal maniera, come se il mobile fosse nella linea tangente, che passa per lo punto medesimo; qual tangente sarà la linea di direzione del mobile. E quindi nascono molti casi, ne' quali i mobili sono sforzati a mutare direzioni, o in una maniera, o in un' altra, secondo la proporzione, che hanno fra loro le potenze moventi &c.

Quello, che più importa si è di esaminare, da qual principio sieno derivate le prime direzioni del mobile. Io considero dunque, che *qualunque forza agente non solo imprime nel mobile quella quantità di moto, o di impeto, che lo porta da un luogo all' altro; ma in oltre lo determina a muoversi per una linea determinata*. Questa forza agente, o è la prima causa del moto, e rispetto a questa, non si può assegnare altra cagione della direzione del mobile, che il di lei libero arbitrio; essendo stato in piena libertà del sommo Creatore il far muovere le materie da esso create per quelle linee, che più gli sono piaciute: ovvero per forza agente s' intende una causa seconda, o occasionale della comunicazione de' moti: e da essa succedono le direzioni, secondo certe leggi particolari. Poichè egli è certo, che non mai si muoverà un corpo, se ad esso non sarà comunicata una certa potenza da un' altro corpo, o attualmente mosso, o in conato al moto. Se il corpo movente sarà attualmente mosso, sarà altresì necessariamente con qualche direzione: e perciò la regola è, che se *la linea retta tirata dal punto della percossa, o della comunicazione de' moti, al centro dell' impeto, o di gravità del mobile, sarà in dirittura della direzione del movente; seguiterà il mobile la medesima direzione del movente; ma, se queste due linee faranno angolo fra loro, la direzione del mobile seguiterà quella linea, che connette il punto della percossa, col centro di gravità del mobile*, e lascierà la direzione del movente.

Similmente ne' conati (poichè anche questi hanno sempre qualche determinazione) s'ella sarà una sola; è necessario, che il mobile obbedisca alla medesima, nella maniera, che si è detta di sopra; e perciò, secondo l' applicazione di esso alla forza energetica, talora prenderà la medesima direzione del conato, e talora un' altra, che sia obliqua alla predetta: e generalmente *s' appiglierà a quella, che è insegnata dalla linea tirata dal punto dell' applicazione, al centro di gravità del mobile*. E finalmente, *se le direzioni del conato saranno diverse in una medesima par-*

parte, come se saranno fatte in essa da altrettante direzioni determinate (che ponno equivalere in un certo modo ad un conato, o indeterminato nelle direzioni, o più tosto determinato ad ogn' una di esse, come succede ne' corpi fluidi a causa della propria pressione, e de' corpi elastici per ragione della loro forza espansiva) *allora la determinazione delle direzioni del mobile, si dee tutta al difetto delle resistenze*; e ciò (per non uscire dalla materia, della quale trattiamo) manifestamente apparisce *ne' vasi pieni d' acqua*, ne' quali, da per tutto, ove s' aprono fori, *sboccando le acque con la direzione de' fori* medesimi, che sono quelli, che danno la forma dell' applicazione del mobile al conato del movente.

Passando dalla direzione alla velocità del mobile, è d' avvertirsi, esser questa un' effetto cagionato dalla forza comunicata, o impressa dal movente, ed attemperata dalla copia della materia del mobile; poichè la medesima forza movente farà muovere più velocemente un picciolo corpo, che un grande, mancando nell' intensione, quanto si perde nell' estensione. Può dunque essere, che la velocità del mobile, o per difetto di forza, o per troppa abbondanza di materia, sia così picciola, che in ogni tempo sensibile, venga comunicata tutta la forza alle resistenze; e che perciò, perdendola il mobile, esiga il fomento di nuova potenza per continuare a muoversi, come si vede nelle carrozze, le quali d' ordinario, se non sono tirate da' cavalli, si fermano; e questa maniera di muoversi, si chiama *moto per impulso*. Ma essendo la velocità del mobile assai grande, e tale, che non possa tutta ad un tratto essere assorbita, per così dire, dalle resistenze, si continuerà bensì il moto, ma non con la primiera velocità; la quale perciò sempre scemandosi, permetterà finalmente, che il mobile, perduta che abbia affatto la forza, si riduca alla quiete, come succede nelle palle d' artiglieria, le quali anche lontane dalla forza del fuoco impellente, continuano a portarsi avanti con grande velocità: e questa continuazione di moto, senza l' ajuto di nuova forza, si chiama *fatta da un impeto impresso*, o pure *moto di projezione*. Ciò supposto, è manifesto, che i corpi, che si muovono per impulso, mantengono, quanto a loro, la direzione dell' impellente, quale sempre è necessario, per così dire, che stia loro alle spalle, per ispingerli avanti. Ma i corpi mossi per impeto, seguitano, almeno sul principio, quella direzione, che loro vien data dal movente; per altro poi, nel progresso, sono pronti a mutarla, se o altre forze con altre direzioni, o le resistenze incontrate li obbligano a prenderne d'altra sorte.

Io mi sono esteso su questo particolare delle velocità, direzioni &c. de' mobili, più di quello era necessario per la dimostrazione della Pro-

posizione di sopra enunciata: ma ciò non sarà stato affatto fuori di proposito; posciachè la materia di questo Capitolo addimanda, di quando in quando, molte delle notizie, che in questa occasione abbiamo apportate.

Sia dunque il piano inclinato A B D C (*Fig. 25. Tav. VIII.*) sopra il quale scorra un grave E, portato dal proprio impeto per la direzione EF: e supponiamo, che la lunghezza della strada EF, sia quella, che basta a trovare tante resistenze, che possano distruggere l' impeto di esso: Dico, che il grave E, supposta la direzione obliqua EF, descriverà una linea curva, v. g. EG, uguale alla retta EF, ed arrivato in G, vi scenderà rettamente per la GH, perpendicolare alla CD, che si suppone la comune sezione del piano inclinato AD con un piano orizzontale.

Posciachè, essendo E spinto per la linea EF dal proprio impeto (il quale, abbenchè di sua natura sia atto a fare un moto equabile; nulladimeno a cagione delle resistenze del piano, converrà sia ritardato) ed essendo, che nell' istesso tempo, che il mobile tende verso F, la propria gravità lo porta con moto accelerato, verso la linea CD, per quello, si è dimostrato nella Proposizione antecedente; perciò combinandosi un moto ritardato, ed uno accelerato nel medesimo mobile E, converrà ch' esso descriva una linea curva, per la quale vada sempre accostandosi al punto F, e nello stesso tempo ancora alla linea CD; e questa sarà, v. g. la curva EG, la cui natura dipende dal modo, o proporzione del ritardamento, secondo la direzione EF, e dell' acceleramento, secondo la direzione GH. E perchè si è supposto, che la lunghezza del viaggio EF sia quella, che basti per fare incontrare al mobile tante resistenze, che sieno sufficienti ad assorbire tutto l' impeto di esso; allora parimente sarà cessato l' impeto nel mobile G, quando egli avrà fatto per EG tanta strada, che gli abbia somministrate tante resistenze, quante ne avrebbe avute per EF; cioè, quando EG sarà eguale ad EF; adunque arrivato il mobile in G sarà distrutto in esso ogni impeto precedente; e per conseguenza ogni direzione verso F: restando perciò il grave privo d' ogn' altra direzione, fuor di quella della propria gravità, discenderà per la linea GH. Il che &c.

Corollario I. Quanto maggiore sarà l' impeto del mobile E, e quanto minori saranno le resistenze del piano, e parimente quanto minore sarà la di lui inclinazione all' orizzonte, tanto più lunga sarà la linea curva EG, ma minore sarà la curvità di essa; ed al contrario. Il Galileo, prescindendo da ogni sorte di resistenze, ha dimostrato, che tale curva sarà una linea parabolica, ma in caso di resistenze considerabili, grande ancora sarà la differenza da essa.

Co-

Corollario II. L' acqua anch' essa, (che, non meno d'un grave solido (*a*), si può muovere per impeto impresso, ed accelera i suoi moti, discendendo verso il centro de' gravi) *se entrerà a scorrere sopra d' un piano con qualche direzione, ed impeto*, come se dopo aver corso fra le montagne, sboccasse dalle foci di queste in una pianura, nella quale non trovasse alveo alcuno, *farà l' effetto medesimo, descrivendo una linea curva col suo moto*. Ben' è vero, che, per le ragioni dette di sopra al *Corollario IV. della Proposizione antecedente*, si farà qualche spargimento d'acqua laterale, tanto dalla parte superiore, che dall' inferiore; e questa volterassi per linee oblique di maggiore curvità, che finalmente termineranno in linee rette perpendicolari alla retta C D; ma l'acqua sparsa dalla parte superiore della linea E G, converrà, che ricadendo verso di essa, seguiti il di lei corso; e al più, faccia col suo peso in maniera, che la curvità E G si renda maggiore.

Corollario III. E quando la velocità, della quale è dotata l' acqua corrente per la linea E G, *sia bastante ad escavare il piano A D; tale escavazione si farà per detta curva E G*; e parimente, *quando l' acqua sia torbida, e la di lei forza non sia bastante per fare escavazioni, si formerà essa l' alveo d' alluvioni per la linea predetta, ed a misura, che si anderanno alzando le ripe, s' impediranno dall' altezza di queste, l' espansioni laterali dell' acqua*. Ben' è vero, che, in questo caso, le ripe non si alzeranno egualmente; ma più si eleverà, in egual tempo, quella, che risguarda la parte più alta del piano (*b*), e meno la contrapposta; la quale, giunta che sia ad una determinata altezza, può succedere, che non s' alzi di vantaggio, per essere la di lei declività acquistata verso la parte C D, giunta a tal segno, che non permetta deposizione alcuna di torbida.

Corollario IV. Siccome, portandosi *l' acqua* da E verso G, va perdendo l'impeto, e conseguentemente la velocità; così *è necessario, che pro-*

(*a*) Intendesi in questo luogo, che il piano sia inclinato, e che l' acqua vi entri con direzione obliqua, cioè per linea non perpendicolare alla comune sezione di quel piano coll' orizzonte, affinchè si possa applicare all' acqua ciò, che l' Autore ha considerato ne' corpi solidi in questa seconda proposizione, in ordine alla quale ci sarebbe occorso di notare qualche altra cosa per trattare più accuratamente una tal materia, ma ciò ne avrebbe condotti troppo in lungo, nè per altro sarebbe stato di gran rilievo in ordine alla considerazione de' fiumi, che è il nostro principale assunto.

(*b*) Anche quando l' alveo si formasse dalla forza dell' acqua per escavazione è manifesto, che la ripa, che risponde alla parte più alta del piano dee rimanere più alta, e il fondo oltre la sua pendenza per lo lungo del corso del fiume dee pendere per traverso dalla parte più elevata del piano verso la più bassa, rimanendo concava lungo la ripa meno elevata, come facilmente si può intendere, considerando che da questa parte si terrà il maggior corpo d'acqua, e vi escaverà con maggior forza.

procedendo da E verſo G, ſi vada ſempre allargando, e minori ſuccedano l' eſcavazioni; ma per lo contrario, impedendo le ſponde dell' alveo formato l'eſpanſione dell' acqua, rendeſi eſſa più vigoroſa, sì per non avere più tante reſiſtenze da ſuperare, come prima; sì perchè l'altezza del corpo di eſſa può ſottentrare a dar fomento all' impeto perduto; e perciò, a miſura, che maggiore ſuccederà l'incaſſamento del fiume dalla parte di E, ne ſeguirà ſempre maggiormente la formazione dell' alveo nelle parti più lontane verſo G.

Corollario V. E perchè la forza dell' altezza dell' acqua, ch'è un conato eſercitato per tutte le direzioni, viene ad eſſere determinata, dal difetto delle reſiſtenze, ad una direzione parallela all' andamento delle ſponde; quindi è, che *l' eſcavazione dell' alveo non ſolo contribuirà a formare più preſto il letto al fiume verſo G; ma ſarà cagione, che sboccando da G l' acqua con una certa direzione, e con un' impeto determinato*, non poſſa eſſa ſcorrere per la linea GH; ma la curvità ſi prolunghi più avanti, v. g. fino in L, accoſtandoſi però, ſempre più al paralleliſmo di GH; (a) dopo di che finalmente ſi ridurrà a formarſi l' alveo parallelo a GH; e ciò s'intende ſempre, ſuppoſta l'uniformità della reſiſtenza nella materia del piano AD.

Corollario VI. E perciò è manifeſto, che nell' *uno, e nell' altro caſo delle Propoſizioni dimoſtrate, l' acqua, quanto è in ſe, ha propenſione di ſcorrere per alvei retti, ed il più, che ſia poſſibile, declivi.*

PROPOSIZIONE III.

Se ſarà una ſezione di un fiume retto, per lo quale, cioè, ſiano direzioni di tutte le parti dell' acqua corrente perpendicolari al piano della ſezione medeſima; ſe il fiume ſarà ſtabilito di fondo, e di ſponde, non potranno queſte eſſere corroſe dall' acqua, quando ſia eguale da per tutto la reſiſtenza della materia, che compone detta ſezione.

Queſta propoſizione è manifeſta; poichè eſſendo, per lo ſuppoſto, le direzioni dell' acque perpendicolari al piano della ſezione, e per conſeguenza parallele alle ſponde; non potrà mai l' acqua andare a battere le ſponde, nè rettamente, nè obliquamente; e perciò a cauſa dell' impeto non le altererà: ed eſſendo il fondo ſtabilito, non po-

(a) Può darſi, che la curvità dell' alveo ſi prolunghi tant' oltre, che prima di ridurſi alla direzione GH (*Fig. 25. Tav. VIII.*), o s' incontri in un recipiente, in cui il fiume abbia il ſuo termine, o finiſca il piano inclinato AD, per cui ſi ſupponeva ſcorrere, e un' altro ne ſucceda in altra poſitura, il quale di nuovo obblighi il fiume a diſtornarſi per altre ſtrade ſenza poter mai giugnere a prender la detta direzione; e quindi è, che le linee degli alvei de' fiumi non ſempre ſi veggono tirate per quel medeſimo verſo, ſecondo cui è diretta la linea della maggior declività delle pianure, per le quali camminano.

potrà esso, nè deprimersi, nè elevarsi; e per conseguenza non potrà ristringersi la sezione, nè le sponde potranno allontanarsi l'una dall'altra; e perciò per tal cagione non potranno restar corrose: similmente, supponendosi la resistenza delle ripe equilibrata con la forza delle piene massime, avranno esse potere di conservarsi contro la medesima, e contro ogn'altra minore. E finalmente, essendo la resistenza dell'alveo eguale per tutto, non vi è ragione alcuna, per la quale l'acqua debba corrodere più una sponda, che l'altra; non potranno esse dunque essere corrose dall'acqua. Il che &c.

Corollario. Di quì nasce, che *i fiumi, i quali hanno gli alvei in linee rette, non ponno farsi tortuosi, che per cagioni accidentali*, delle quali parleremo più abbasso.

PROPOSIZIONE IV.

Se la sezione di un fiume retto sia stabilita, tanto in larghezza, quanto in profondità, e la figura di essa sia quella di un paralellogrammo rettangolo, sicchè le sponde della medesima siano perpendicolari all'orizzonte; non sarà mai essa alterata dal corso dell'acqua, quando questa sia chiara; ma se la medesima sarà torbida, o porterà sasso, sarà altresì necessario, che le sponde si corrodano; e che nella sezione si faccia il fondo inclinato, dalle sponde verso il mezzo di essa.

Suppongasi, per escavazione manufatta, formato un'alveo retto, il cui fondo sia un piano così declive, che non possa essere alterato, nè scavato dalla forza dell'acqua corrente per esso; e siano le di lui sponde perpendicolari all'orizzonte, e di tal materia, che possano reggersi in detta situazione, non ostante la forza dell'acqua corrente per detto alveo, (*Fig. 26. Tav. VIII.*) ma niente più; e sia detta sezione, il rettangolo BDFC: dico in primo luogo, che, se per essa correrà acqua chiara, non si altererà di sorte alcuna. Suppongasi, che BC sia la superficie dell'acqua, il cui mezzo sia A, e similmente sia il fondo della sezione DF orizzontale, ed il di lei mezzo E (che supponiamo stabilito, nel senso del precedente Capitolo) e diasi, che la materia, della quale è fatto l'alveo, sia uniforme, ed uniformemente resistente. Introdotto dunque a correre un corpo d'acqua in questa sezione coll'altezza EA, non l'altererà di sorte alcuna; perchè non potendo profondarsi a cagione di supporsi stabilito il fondo DF; nè elevarsi per mancanza di materia, essendo l'acqua chiara; ne siegue, che in tale stato durerà sempre. Similmente perchè le sponde BD, CF si suppongono di tal materia, da potersi sostenere sul taglio perpendicolare in proporzione della forza, che le rade, ed essendo la larghezza DF stabili-

bilita; non potranno mutare situazione, nè essere corrose; adunque la sezione BDFC non potrà essere alterata di sorte alcuna.

Dico in secondo luogo, che, se l' acqua corrente sarà torbida, sarà necessario, che il fondo della sezione s'abbassi nel mezzo, s'elevi nelle parti laterali, e nelle parti superiori s'allarghi. Posciachè, supponendosi, che la forza dell' acqua sia tale, da mantenere il fondo E colla forza del filone; scostandosi questo da E verso F; perderà di forza per l' avvicinamento alla ripa CF; e conseguentemente non potrà mantenersi il fondo scavato alla profondità di E; e perchè in E la forza dell' acqua è precisamente tanta, quanta basta per impedire le deposizioni della materia terrea, non potrà essere sufficiente a farlo, per esempio, in H, e molto meno in F; adunque fra E, ed F si deporrà della materia, e tanto più se ne deporrà, quanto più impedita sarà la velocità dell' acqua; cioè, quanto più il sito sarà vicino alla sponda CF; ma ciò facendosi, è evidente, che la sezione BDFC si renderà minore; e per conseguenza converrà, che la superficie dell'acqua si elevi; e ciò seguendo, o accresceraffi la velocità dell' acqua in E, o almeno il peso, il quale colla forza della velocità potrà corrodere il fondo, v. g. da E fino in K; adunque la sezione si profonderà; posto adunque il maggior fondo in K, col medesimo discorso si proverà, che le deposizioni dovranno elevare il fondo verso la ripa, come KH. E perchè l' alzamento della superficie dell' acqua, accresce velocità proporzionalmente in tutte le parti di essa; non potrà la ripa CF (la cui resistenza si suppone equilibrata con una forza minore) resistere ad una maggiore; e per conseguenza diruperà, ed allargherà la sezione, v. g. da C in G, formando la sponda GH di tal declività, che basti a resistere al corso accresciuto dell' acqua. Il che &c.

Corollario I. Di quì è manifesto, che essendo uniformi le condizioni della sezione dall'una parte, e dall'altra, sarà la figura del fondo, e della ripa di essa dalla parte opposta BD, eguale in tutto, e per tutto alla KHG.

Corollario II. E perciò le sezioni naturali de' fiumi retti avranno il fondo più grande nel mezzo, che da' lati, disposto perciò, o in due linee, che formino angolo insieme nel mezzo della sezione; o pure in una linea curva, il cui vertice sia nel mezzo dell' alveo. Ma le sponde saranno disposte, per lo più, in una linea retta, che faccia angolo coll' andamento del fondo della sezione.

Corollario III. Lo stesso succederà in un fiume, che porti acqua chiara, purchè esso siasi escavato l' alveo colla forza del proprio corso; essendo che tanta a un dipresso, o poco maggiore, è la forza, che si ri-

richiede per fare delle escavazioni, quanto quella, che è necessaria per impedire le deposizioni.

Corollario IV. Dalla predetta dimostrazione resta pure evidente, che ne' fiumi retti, siccome il maggior fondo, così la maggior velocità è nel mezzo dell' alveo; e per conseguenza ivi è il maggior corso, o il filone dell'acqua.

Corollario V. Supponendosi, che in tutte le sezioni di un fiume diritto, sia uniforme la resistenza della materia, della quale è composto l'alveo; e parimente, che per tutto sia uniforme il modo dell'introduzione dell'acqua corrente nell'altre sezioni; non potrà il fiume, se non per cause accidentali, lasciare la primiera dirittura.

PROPOSIZIONE V.

Se l'alveo di un fiume sarà composto di materia, la quale disegualmente resista al corso dell'acqua; ivi maggiormente si escaverà il fondo, dove sarà materia meno resistente; e si eleverà, dove la materia sarà più tenace.

Sia la sezione del fiume retto ACDEB (*Fig. 27. Tav. VIII.*), che supponiamo in prima, che sia di un fiume, che abbia l'alveo composto di materia poco uniforme; e perciò supponiamo, che la parte CD sia di materia poco resistente, e la DE di materia molto resistente: dico che la parte del fondo CD si profonderà, e la DE si eleverà.

Posciachè, o sia l'alveo fatto per escavazione, o per deposizione, supponendo, che eguale sia la forza dell'acqua tanto in CD, che in DE; e che in CD sia minore la resistenza del fondo, se la forza agente sopra DE è quella, che precisamente impedisce le deposizioni, e la resistenza di DE quella, che impedisce le escavazioni; non potrà il fondo DC resistere al profondamento, addimandando minore declività per ostare alla separazione delle parti del terreno; supponiamo adunque, che l'escavazione siasi fatta fino in FD, essendo adunque in FD accresciuta l'altezza dell'acqua v. g. GF, ivi correrà con maggior velocità di prima, e renderassi più potente a maggiormente scavare; ma quanto cresce la velocità dell'acqua in GF, tanto scema in HI, anche per essersi accresciuta la sezione, di quanto importa la figura CFD; adunque, se la velocità primiera in I era precisamente, quanto bastava per impedire le deposizioni; scemata che sia, non sarà più sufficiente ad impedirle, e per conseguenza facendosene ivi, s'alzerà il fondo DE v. g. in DK, fino a formare la pendenza, che s'uguagli con la velocità HM; adunque il fondo CD si abbasserà, ed il fondo DE si eleverà, se la resistenza di essi sarà diseguale. Il che &c.

Corollario I. Perchè, adunque, *la velocità dell'acqua è maggiore verso*

so la ripa AC di quello, sia verso la ripa EB; converrà, che la resistenza della ripa AC ceda alla forza dell' acqua, e restando corrosa s' allontani da essa; ed al contrario *la ripa BE restando più lontana dal maggior corso del fiume*; e per conseguenza ritardata la velocità dell' acqua, *vicino ad essa si faranno delle deposizioni, e la ripa BE s' accosterà più verso il mezzo del fiume, perdendo l' alveo in questa parte la primiera rettitudine*.

Corollario II. Anzi, se la poca resistenza del fondo DC sia tale, che permetta l' escavazione al pari, o più bassa del fondo D, *mezzo dell' alveo; lascerà il filone il sito D, e porterassi verso F: il che tanto maggiormente contribuirà alla corrosione della ripa AC, alla formazione della spiaggia DK, ed all' avanzamento della ripa BK verso D, mezzo dell' alveo.*

PROPOSIZIONE VI.

Se un mobile sarà posto senz' alcuna direzione sopra d' una superficie inclinata, nella quale siano delle concavità continuate fino al fine di essa, le quali sempre s' avvicinino al centro de' gravi; o pure alla linea, che è la comune sezione del piano orizzontale coll' inclinato; discenderà il mobile per esse concavità, purchè l' inclinazione sia tanta, che basti a farli superare le resistenze, che sia per incontrare.

Sia il piano FG inclinato (*Fig. 28. Tav. VIII.*), il cui lato GH sia la comune sezione di esso col piano orizzontale; e sia una concavità, o canale ABCDE più basso della superficie del piano FG, e sia tale seguitamente, ed in modo, che da A in E sempre più s' avvicini alla linea HG: dico, che un grave posto in A senza veruna direzione, discenderà per ABCDE, purchè l' inclinazione della linea ABCDE sia sufficiente, acciò il grave possa discendere per essa. Posciachè, essendo, per lo supposto, l' inclinazione di ABCDE tale, che il grave in essa non possa sostenersi, ma non ostanti le resistenze, debba discendere; certo è, che il mobile A discenderà da A in B per AB, essendo la linea AB (che si può prendere sensibilmente per una retta) inclinata all' orizzontale HG; per l' istessa ragione, essendo BC inclinata all' orizzontale potrà il mobile A, giunto che sia in B, discendere per BC &c. e così del restante; adunque il mobile A discenderà per ABCDE. Il che &c.

In questo caso la celerità acquistata dal mobile per le discese AB, BC &c. e la disposizione delle sponde, che formano la concavità del sito ABC &c. ponno fare diversi effetti; perchè può essere tanta la velocità acquistata nella discesa da A in B, che possa fare ribalzare il mobile, più alto di quello sia la sponda in B, la situazione della quale può, o permettere, o impedire il risalto di A sopra B, secondo, che la linea di essa sponda fa l' angolo, o retto, o ottuso, colla direzione

zione A B; posciachè, se l' angolo sarà retto, la sponda impedirà il ribalzo; ma, se sarà ottuso, il mobile per la velocità acquistata riascenderà per la sponda opposta in B; ed avendo egli tanto impeto da potere sormontare la sommità di essa, non continuerà per B C, ma prenderà altra strada. Ma supponendosi nella proposizione, che l' inclinazione di A B C D E sia tale, che basti per fare superare al mobile le resistenze; e non tale da accelerare il mobile considerabilmente, perciò o mancando la forza dell' impeto in B, o mutata la di lui direzione dall' ostacolo in B, sarà il mobile in B, o senza alcuna direzione, e perciò prenderà quella, che gl' insegnerà il difetto delle resistenze, cioè verso B C; o, se pure si troverà con qualche direzione, sarà questa rivoltata dalla resistenza della sponda in B, lungo l' andamento della concavità B C; e perciò descriverà il mobile la linea A B C &c.

Corollario I. Lo stesso, e più esattamente, si dee intendere dell' acqua, la quale, mercè della sua fluidità, è più facile a muoversi, ed a rivoltarsi in qualsisia direzione; ed a cagione della sua gravità, è prontissima a scegliere quelle strade, per le quali può scorrere più brevemente verso il centro de' gravi, e perciò, *essendo in A dell' acqua senza altra direzione, che quella, che le suggerisce lo sforzo della gravità, necessariamente dovrà discendere anch' essa per la concavità seguita A B C D E.* Vero è, che *essendosi in B accelerata di moto* (il che le è più facile, che se fosse un corpo solido) *si troverà, discesa che sia per A B* (Fig. 29. Tav. VIII.), *la sponda opposta inclinata alla verticale D B, secondo la misura dell' angolo D B M, potrà scorrere qualche poco all' insù sopra di B M, ma se l' acceleramento non sarà tale da fare ribalzare l' acqua fino alla sommità della sponda M, sarà necessario, ch' ella torni a discendere, per esempio per M B C, e perciò ritornata in B, seguiti il corso della concavità B C &c.*

Corollario II. Se tale sarà la velocità per A B, che, paragonata all' inclinazione di A B, ed alla resistenza della materia, *possa escavare; formerassi l' alveo al corso dell' acqua per la tortuosità predetta, e la concavità si farà maggiore.* Vero è, che (*Fig. 28. Tav. VIII.*), *se le sponde saranno composte di materia, che possa essere corrosa, non si stabilirà l' alveo, precisamente secondo il tipo della concavità A B C D E; ma solo a un dipresso;* potendosi, per la troppa strettezza delle tortuosità, formare delle corrosioni ne' concavi, e delle alluvioni ne' convessi di esse, come si dirà a suo luogo.

Corollario III. E questa è la ragione, per la quale *le rotte de' fiumi*, sul principio, *ed in tempo, che le acque hanno dell' impeto, seguitano, per qualche spazio la direzione di esso; ma, estinto ch' egli sia, cominciano*

ciano a correre ne' luoghi più bassi, e trovando qualche concavità seguita, prendono il corso per essa, facendo alluvioni ne' luoghi, ne' quali l' acqua torbida perde il moto; ed escavando in quelli, ne' quali conserva, o acquista tanta velocità, che basti a portar via la terra.

Corollario IV. E siccome, lasciando correre una rotta di fiume, comincia essa subito, (parte coll' escavazioni, parte colle alluvioni, secondo la disposizione diversa del piano, per lo quale scorre) ad operare, per formarsi l' alveo: così, *se un fiume, uscendo dalle montagne entrerà in una pianura, per la quale sia obbligato a prender corso*, per portarsi al mare, ed in essa *vicino allo sbocco, si trovi qualche cavità continuata, che possa*, almeno in parte, *servirli d' alveo; seguiterà esso per quella il suo corso: ma, se la medesima concavità non sarà continuata, dopo riempitala di acqua, trasfonderà quella, che sopravverrà, per la campagna*, allagando all' intorno, sino a trovarne un' altra; e così seguitamente, *sintantochè ne trovi una, che abbia esito*; o non trovandone di sorte alcuna, o non a misura del bisogno copriranssi d' acqua tutta la pianura; al termine della quale, o troveranssi qualche insigne declività (e per essa scorrendo l' acqua formeranssi l' alveo, per escavazione, nella maniera detta nella prima proposizione) o pure incamminandosi l' acque verso quella parte, dove troveranno lo sfogo, abbandoneranno negli altri luoghi la campagna allagata; e (proporzionato che sia l' alveo, in qualche maniera, all' acqua corrente) resterà quella affatto asciutta. In questo caso la rettitudine, o tortuosità dell' alveo si dee a' supposti della prima, seconda, e sesta proposizione; cioè alla diversa caduta della campagna verso la parte dello sfogo; all' impeto precedentemente concepito con qualche determinata direzione; ed alle concavità continuate della campagna: condizioni, che ponno avervi parte, ora unite, ora separate; dimanierachè non se ne può dare regola veruna. Che se al termine della campagna si trovasse l' acqua del mare, o d' un lago, sarebbe necessario, che ivi si formasse una palude, o laguna; e finalmente, se la campagna fosse tutta chiusa all' intorno, dimanierachè l' acqua, per uscirne, dovesse elevarsi considerabilmente di superficie, dovrebbe in tal caso formarsi un lago, il quale avesse l' emissario in un sito, il più basso di tutti quelli, che circondano detta pianura; e quindi uscirebbe l' acqua del fiume, se pure per meati sotterranei, non trovasse luogo all' uscita, prima di elevarsi all' altezza necessaria; o pure, se non cessasse l' influsso di quella copia d' acqua, che si richiede a riempire tutta la concavità.

PRO-

PROPOSIZIONE VII.

Se un fiume, o retto, o tortuoso, che corra con insigne velocità, incontrerà un resistente; perderà l'acqua qualche grado della velocità primiera; ed elevandosi, si formerà un conato, atto a spingere il corso del fiume dalla parte opposta del resistente.

Nella antedetta proposizione abbiamo supposto, che l'acqua corrente non abbia alcuna direzione, nè impeto veruno, differente da quello, che è proprio della gravità; ma in questa noi supponiamo, che l'acqua corrente abbia acquistato qualche impeto, e direzione, che possa spingerla per qualche linea diversa da quella, che prenderebbe l'acqua senza di essa; ed in ciò si comprendono due casi, che giornalmente s'osservano ne' fiumi; poichè alcuni di questi sono così languidi di moto, che senza dare quasi niuno tormento alle ripe, seguitano quella strada, che loro è mostrata dall'escavazione dell'alveo, come sono le acque, che corrono con poca caduta, e poca altezza di corpo, che è il caso della proposizione antecedente; ed altri corrono con tant'impeto, che incontrando un resistente, fanno molto sforzo per superarlo, ed abbatterlo, come sono i fiumi, che hanno, o gran caduta, o grande altezza viva di acqua: e questo è il caso della proposizione presente.

Sia dunque l'alveo ABCD (*Fig. 30. Tav. VIII.*) quello di un fiume di tal natura, che corra da A verso B, con impeto, e direzione paralella alle sponde AB, CD, ed arrivato in B, incontri il resistente BE: dico, che l'acqua in BE si eleverà, e spingerà il corso del fiume verso O, ovvero M &c. (*a*)

Poichè, essendo il resistente BE capace di ricevere in se, e comunicare a' corpi vicini qualche parte dell'impeto dell'acqua corrente da A in B; egli è certo, che incontrandosi il fiume colle direzioni AB, GH, IE, nel resistente BE, quanto d'impeto comunicherà a questo, tanto ne perderà esso; rallentata perciò la velocità dell'acqua, converrà, che passi con minore velocità, e, sopravvenendone dell'altra, che si elevi. Suppongasi adunque, che l'altezza del resistente BE, sia BF, e che l'altezza dell'acqua non impedita fosse per essere BP, e dell'impedita BF: e perchè l'altezza FB produce in B, maggiore ve-

---

(*a*) Benchè l'Autore non abbia specificato cosa alcuna in ordine alla positura del resistente, di cui parla, nulladimeno dal contesto della sua dimostrazione, e dalla figura, a cui questa si riferisce abbastanza si scorge intendersi da lui per resistente un riparo manufatto attaccato ad una delle ripe del fiume, il quale faccia con essa, e colla direzione del fiume un angolo ottuso, o almeno non acuto dalla parte superiore, e che tale sia il suo intendimento si conferma da ciò, che espressamente dice nel §. *intorno*, dopo il coroll. 5. di questa 7. proposizione.

velocità, accrescendosi FB, si riparerà la velocità perduta in B; ma essendo la velocità nata dall' altezza dell' acqua, figlia di un conato, che può produrre le direzioni verso tutte le parti; e le produce quella, nella quale sono minori le resistenze; perciò l' altezza BF, rivolterà il fiume, verso quella parte, alla quale mancheranno le resistenze, cioè lo scosterà dal resistente BE v. g. verso O, M. Ma quì restano da considerarsi due cose; la prima si è, che si suppone per virtù del resistente BE levata una parte dell' impeto, ma non tutto; perciò l' acqua portata per la direzione AB, sarà ribattuta per la BO, la cui direzione sia tale, che faccia l' angolo di riflessione prossimamente eguale a quello dell' incidenza: e similmente l' acqua portata per GH sarà rivoltata in HM, &c. Il secondo punto, al quale si dee riflettere, è, che quando le direzioni AB, GH, IE &c. non s' impediscono l' una l' altra, veramente sono paralelle; ma quando la direzione, v. g. AB è rivoltata in BO, allora BO viene impedita dalle altre direzioni GH, IE, &c. Quindi è, che l' acqua B ribattuta per BO, arrivata che sia in R, troverà un altra forza, e direzione GR, dalla quale sarà spinta, e perciò dovrà abbandonare la linea RO, e volgersi per un' altra, che sia diametro di un paralellogrammo, i cui lati abbiano la proporzione delle forze, o degli impeti GR, BR, come si è spiegato alla proposizione seconda. Supponiamo dunque, che la proporzione delle forze BR, GR, sia quella di RS ad RH; adunque l' acqua, ch' è nel punto R, si volterà per la linea RT; e di nuovo arrivata in T, perchè ivi si combinerà con la direzione ST, non potrà seguitare la RT, o la ST; ma dovrà portarsi per un' altra, che stia di mezzo fra le medesime; e perciò considerando le combinazioni, che si fanno d' una linea riflessa con tutte le direzioni paralelle GR, IE &c. non potrà farsi la riflessione da B in O; ma per la strada v. g. BRT &c., di nuovo si porterà verso il resistente BE. Se però si metteranno a conto tutte le riflessioni fatte da' punti tra B, ed E, colle loro direzioni, e potenze, e si combineranno con le paralelle tra AB, IE, e le loro potenze; si formerà dal corso dell' acqua una linea, la quale in B sarà più lontana della linea BE; ma in E più vicina: e la ragione si è, che le direzioni AB, GR, hanno minor' impeto, per essere assai vicine alla ripa; e la IE molto maggiore, per essere più vicina al mezzo; ed al contrario le riflessioni in B, ed H, si fanno più vigorosamente, per essere meno impedite dalle combinazioni delle direzioni paralelle, che verso E, e perciò maggiore sarà la riflessione in B, che in E; tal linea può essere o retta, o curva, secondo la proporzione, colla quale si accrescono le potenze, procedendo da B verso E; ma per lo più sarà curva, attesa la rigorosa uniformità, che si richie-

richiede nelle proporzioni, e ne' moti, acciò tal linea sia retta. Saranno adunque dal resistente BE rivoltate tutte le direzioni paralelle, verso la sponda CD; e conseguentemente, intersecando esse tutte le altre paralelle, che non incontrano il resistente BE, faranno loro cambiare direzione, e voltare contro la ripa D; la quale sarà corrosa (1) per essere battuta dalle direzioni mutate, e rese più vigorose dall' alzamento dell' acqua lungo BE, il cui conato, non potendo agire contro il resistente, nè contro il corso del fiume, darà maggior' impeto all' acqua per la direzione BE, o per quella, che risulterà al corso del fiume dalle cause sopraddette, (2) perchè ristringendosi tutto il corso dell' acqua in DE, dovrà questa elevarsi; e per conseguenza, resa più veloce, si profonderà, e si allargherà l' alveo dalla parte di D, nella quale si suppone minore la resistenza.

Corollario I. E perchè, secondo la combinazione delle forze, che si trovano nelle direzioni paralelle, e nelle riflesse, il corso dell' acqua più, o meno si scosta dal resistente BE; perciò, se le seconde avranno alle prime una proporzione insensibile, si prenderà dall' acqua un corso paralello, o radente il resistente BE; e perciò, *quando le acque corrono con poca velocità, accomodano il loro corso alle linee degl' impedimenti, e delle sponde.*

Corollario II. Ed al contrario, *quanto più la detta proporzione si accosterà alla proporzione di egualità, tanto più si allontanerà il corso dell' acqua dal resistente.*

Corollario III. Similmente, perchè la corrosione della ripa opposta al resistente si fa in parte dalle direzioni mutate dell' acqua, che vanno a batterla; perciò *quanto più l' angolo di esse con la ripa s' accosterà all' angolo retto, tanto più danno ella ne riceverà*; e perciò ha molto luogo, per fare questo effetto, l' inclinazione dell' angolo, che fa il resistente colle direzioni paralelle del fiume.

Corollario IV. Per la stessa ragione, essendo causa della corrosione della ripa CD, l' angustia della sezione, o il ristringimento dell' alveo in DE; ed essendo fatto tal ristringimento dal portarsi BE dentro il corso del fiume; perciò *quanto maggiormente si allungherà il resistente verso il filone dell' acqua, tanto più la ripa opposta sarà corrosa, e renderassi tortuoso l' alveo.*

Corollario V. Sebbene *quanto meno è veloce il corso dell' acqua* per le linee, e direzioni paralelle, tanto più s' accosta la di lui direzione mutata à quella del resistente, e perciò si dirige a battere con angolo maggiore, la ripa opposta; ad ogni modo, perchè tale direzione si fa senza molt' impeto; *non può rivoltare con molta efficacia, verso la sponda CD, le direzioni dell' acqua non impedite dal resistente, che non*

vale per questa cagione a fare molto effetto, il quale, in tal caso, quasi tutto si dee attendere dal ristringimento della sezione; e conseguentemente, per la regola degli opposti, *quanto più veloce sarà il fiume, e quanto più il resistente ribatterà il corso dell' acqua*; cioè quanto meno d'impeto assumerà in se medesimo; *tanto maggiore succederà la corrosione della ripa opposta*. E perciò *ne' lavorieri, che si fanno per rivoltare il corso de' fiumi, si dee considerare, fra le altre cose, la robustezza de' medesimi; la direzione, che hanno, paragonata al corso del fiume; la velocità di questo; e la lunghezza del riparo, per potere in qualche maniera presagire la qualità dell' effetto, ch' è per succedere*.

Intorno alla direzione del resistente BE, sarebbe molto da discorrere, e richiederebbesi un'intero trattato, tante possono essere le di lei diversità (*a*). Parlando però generalmente, si possono considerare sei differenze, tre delle quali risguardano l'angolo, che il medesimo resistente fa orizzontalmente colla corrente del fiume; e le altre tre risguardano l'angolo fatto colla medesima corrente, ma verticalmente. Quanto agli angoli orizzontali, questi, o ponno esser retti, come quello, che fa FD (*Fig.* 31 *Tav. IX.*) colle direzioni paralelle CD, GF; o acuto, come CDH; o ottuso, come CDI. Quanto a quest' ultimo, di già si è veduto ciò, ch' egli sia per operare; onde resta da considerare brevemente, quale sia per essere l'effetto degli altri due FD, DH; e quanto ad FD =

Corollario VI. Si deduce da quest' ultima proposizione, che le rifles-

---

(*a*) Oltre le diversità, che si ponno considerar ne' ripari, e ne' loro effetti a riguardo degli angoli, che essi fanno colla corrente del fiume tanto nel piano orizzontale, o parallelo al fondo, quanto ne' piani verticali paralleli alle ripe [delle quali sole diversità prende l'Autore a trattare ne' seguenti corollarj] altre ponno nascerne dalla diversa situazione, e pendenza del piano superiore, o dal ciglio di essi ripari rispetto al fondo del fiume, altre dalla figura rettilinea, o curva della base de' medesimi, altre da quella delle sezioni rette alla base di quella faccia, che essi presentano all'acqua, altre dalla materia più o meno cedente, o resistente, di cui sono composti, altre dalla struttura, e legamento delle loro parti, altre da altre cagioni; e però con gran ragione ha egli detto, che tale argomento richiederebbe un' intiero trattato, e lo stesso ha dichiarato più sotto nel §. *Prima di levar mano*, protestando di non aver toccata, che leggermente tal materia, nella quale in fatti non poco ha lasciato da desiderare. Ciò che rende più difficile questa dottrina de' ripari è, che ciascuna delle diversità addotte può avere le sue particolari ispezioni, non pure in ordine alla maggiore, o minor' impressione, che possa far l'acqua nel riparo, ma anco in ordine alle alluvioni, o alle corrosioni, che possono seguire o superiormente, o inferiormente al medesimo, quando il fiume sia torbido, dal che può dipendere, che il lavoro non solo riesca in fatti più o meno atto a resistere di quello, che sarebbe in riguardo alla sola considerazione delle direzioni, o sia degli angoli, ma produca maggiore, o minore beneficio, deviando più, o meno il corso dell' acqua verso la sponda opposta.

Tuttavia, per quello almeno, che riguarda la proporzione delle forze, o impres-

flessioni si faranno all' opposto delle direzioni CD, GF, e che *essendo il fiume veloce*, *e stabile il resistente DF* (Fig. 32. Tav. IX.), *converrà*, *che le riflessioni opposte alle direzioni*, *finalmente si equilibrino*, *e l' acqua si renda stagnante dentro l' angolo CDF*, quanto, cioè, per esempio, prenderà il triangolo KDF; dico *il triangolo KDF*; perchè maggiori saranno le riflessioni, vicino la ripa CD, che lontano da essa; e ciò per più ragioni: prima, perchè il resistente DF è più robusto ordinariamente vicino alla ripa, che lontano da essa; e perciò toglie meno d' impeto all' acqua, e la ribatte con più vigore. Secondo, perchè l' acqua CD è meno veloce, come impedita dallo sfregamento colla sponda: e perciò meno resiste alle riflessioni: onde è, che maggior proporzione può avere la forza ribattuta alla diretta verso D, che verso F. Terzo, perchè elevandosi l' acqua per la resistenza DF, e facendo un conato inclinato alle direzioni paralelle a GF, potranno le direzioni composte, prese vicino al resistente, incontrare nuovamente l' opposizione del medesimo, e prendere con ciò nuova occasione di ristagnare: cosa che non potrà succedere, facendosi più lontano dal resistente DF la composizione delle direzioni; perchè supposto, che tal direzione composta sia quella, che con la sponda faccia l' angolo FKD; sarà KF la prima, che non troverà opposizione, e perciò tutte l' altre tra K, e D, essendo impedite, renderanno l' acqua, se non affatto stagnante, almeno ritardata; *e perciò ne seguirà l' effetto della deposizione della torbida dentro il triangolo KDF*.

pressioni, che soffrono dall' acqua i ripari secondo i diversi angoli orizzontali, ne' quali essi sono inclinati alla corrente del fiume (considerando le dette impressioni come percosse istantanee, senza aver riguardo alle riflessioni delle linee dell' acqua, che debbono seguire nell' incontrare, che fanno lo stesso riparo, il che turba grandemente le loro azioni per la resistenza, che fanno, e che scambievolmente ricevono le linee dirette, e le riflesse) si può vedere quello, che ne ha dimostrato il P. Abate Grandi nella profiz. 41, e nelle seguenti del libro 2. del movimento delle acque, e quel di più, che poi ha soggiunto nelle proposizioni 45., e 45. in ordine alla figura orizzontale più, o meno atta a resistere, potendosi dalla sua dottrina ricavare utilissimi avvertimenti per giudicare degli effetti de' ripari, e per prescegliere in pratica più una, che un' altra forma. E specialmente giova sapere (ciò che egli mostra ne' luoghi accennati) che data la lunghezza del riparo rettilineo, e la velocità dell' acqua, le impressioni, che questa fa sul riparo, sono come i quadrati de' seni delle inclinazioni di esso colla corrente; data l' inclinazione, e la velocità, sono come le lunghezze; e data la lunghezza, e l' inclinazione, sono come i quadrati delle velocità; dalle quali ragioni debitamente composte ne risultano le impressioni per tutti i casi possibili, avvertendo tuttavia, che queste fanno altro effetto in ordine allo scalzare il riparo secondo, che l' angolo dalla parte superiore è ottuso, o acuto, ancorchè abbia il medesimo seno, come ivi distesamente si spiega. Lo stesso argomento ha preso ad illustrare sopra i medesimi fondamenti il Sig. Tommaso Narducci dottissimo Patrizio Lucchese nella parte 10. del suo libro sopra la forza delle acque correnti.

Corollario VII. Però, *secondo la diversa forza del resistente DF, e secondo la diversa velocità della corrente, sarà l' angolo FKD, ora più acuto, ora più ottuso; e la linea KF ora retta, ora concava*; perchè egli è certo, che *se il resistente FD*, o cedendo, o in altra maniera, *permetterà il corso fino in L*; o se la forza della direzione CL sarà tanto grande, che commensurata alla resistenza, che fa DF, possa giugnere fino in L, *sarà l' acqua resa stagnante solamente dentro il triangolo LDF minore del primo*; e conseguentemente, *minore sarà la deposizione della torbida*. E finalmente, *se DF permettesse il corso, fino a se medesimo*, senza fare veruna riflessione; *il conato s' eserciterebbe per la medesima direzione DF*; ma questo caso è assai difficile da succedere.

Corollario VIII. Quindi è chiaro, che *i ripari, che secondano il corso del fiume, sono meno atti a cagionare delle alluvioni, avanti di se, di quello siano gli opposti ad angolo retto al corso del medesimo*; e perciò restano in un quasi continuo tormento, che ricevono dalla corrente, che sempre coopera alla loro demolizione; vero è, che tali ripari, retti al corso del fiume richiedono tanto maggiore robustezza, quanto è maggiore la forza della percossa ricevuta ad angoli retti, che obliqui; e perciò un vantaggio vien compensato con un disavvantaggio; *e ricercasi il giudizio dell' architetto, a saper scegliere secondo le occasioni quello, che sia per riuscire più profittevole*.

Corollario IX. Di quì è manifesta la ragione del diverso modo, che si pratica in diversi luoghi, per riparare alle corrosioni de' fiumi; vedendosi, che altri adoprano resistenze robuste, per ostare alla corrente; altri si contentano di piccioli ripari, che facilmente cedono al corso; altri li dirigono in un modo, altri in un' altro: potendo essere tutte le predette materie utili, secondo la diversità de' casi; poichè, chi usa di fare i ripari con frasche d' arbori flessibili, che ponno radicarsi nel fondo, ha ragione di praticar questo modo, o in fiumi di poco veloce corso, e torbidi, a' quali ogni picciolo resistente basta per far deporre la torbida; o in fiumi di corso molto veloce, che non tollerano grandi ostacoli, ne' quali la flessibilità del resistente serve a non dar pena al fondamento del riparo; e a poco a poco può fare quello, che non farebbe un' ostacolo più rigido, contro il quale operando gagliardamente la corrente, facilmente lo svellerebbe: ed in questo caso, quello che si leva alla brevità del tempo, s' aggiunge alla sicurezza dell' opera; ma si richiede maggiore, e più lunga l' attenzione al mantenimento, e protrazione del riparo. Chi ha buoni fondi, e buone sponde, per assodare i ripari, e chi sa fabbricarli di tale struttura, che una parte concorra alla robustezza dell' altra, può intraprendere di farli grandi, e molto resistenti; ma veda di non ingannarsi,

narsi, in proporzionarli alla corrente del fiume. Opera più sicuramente, ma con minore effetto, chi seconda co' ripari in qualche modo, il corso dell' acqua; ma v'è bisogno di una continua vigilanza per conservarli: ed al contrario, con più effetto, ma con minore sicurezza, chi li spinge ottogonali alla corrente; poichè, quando questi si sono fortificati colle alluvioni da una parte, e dall' altra, non è soggetta al tormento dell' acqua altra parte di esso, che la più lontana alla ripa.

In questo caso si dee però avvertire, che essendo più veloce l' acqua per GF, che per CD, ed essendo trattenuta, e ristagnata; può darsi il caso, come molte volte si dà, che l'acqua più si elevi in F, che in D; e che perciò dividendo il suo corso, una parte si porti verso la punta del riparo F, ed un' altra verso D. Succedendo ciò, si farà un vortice dentro il triangolo FDK, che impedirà la deposizione della torbida, anzi potrà corrodere la ripa LD; ma sarà facile il rimediarvi, se il riparo DF non si spingerà, tutto in una volta, contro la corrente, ma a poco a poco; e se si lasceranno fare le alluvioni prima di prolungarlo più avanti, lasciando sempre tanto di esito al fiume nella parte BF, che non possa fare forza considerabile contro il riparo, nè cagionare vortice di momento in KDF, ed avvertendo d' incastrare il riparo nella ripa tanto, che corrodendosi essa qualche poco, non possa il fiume trovare sfogo dalla parte di essa, e prendere in mezzo il lavoro.

Corollario X. Ma se *i ripari saranno opposti ad angolo acuto alla corrente*, come FD, egli è certo, che battendo l' acqua in FD (*Fig. 33. Tav. IX.*) per la direzione GF, sarà essa ribattuta in FK; e la HI, in IL, e che arrivando alla ripa, di nuovo sarà riflessa in KM, LN, le quali direzioni, e riflessioni combinate con altre, *faranno* passare le direzioni rette dell' acqua in *un vortice*, *che impedirà le deposizioni*, *e corroderà la ripa CD*. Il corso però del fiume non potrà farsi, che secondo la direzione EF, per la ragione detta di sopra, supposta la resistenza della ripa ED. Vero è, che *tali vortici non potranno estendersi alla punta dell' angolo D*; *ma essendo le loro linee circolari*, *o spirali*, *solo si faranno in quel tratto del triangolo EFD*, *che sarà comune al circolo*, *o spirale predetta*, che necessariamente dovrà toccare il riparo FD, e la ripa ED in due punti, che saranno i luoghi, ne' quali, e l' uno, e l' altra patiranno maggiori danni; quindi è, *che se questi luoghi saranno maggiormente fortificati*, *tanto che resistano*, *almeno sin che la ripa opposta sia corrosa*; *allora abbandonando l' acqua il corso verso l' ostacolo FD*, *si scemerà*, *o si toglierà la forza del vortice*, *e succederà l' alluvione dentro il triangolo EFD*. In questo particolare, si dee ancora avvertire, che *se l' angolo FDE sarà molto acuto*, *più dalla di lui pun-*

ta D si scosterà il vortice ; ma per lo contrario dovrà molto prolungarsi il riparo, acciocchè faccia effetto sensibile nella corrosione della ripa opposta. Io però non sarei mai autore di anteporre, in parità di circostanze, questi ultimi ripari agli ortogonali: perchè, quando anche egualmente operassero, quanto a se, e gl' uni, e gli altri; i retti, però in eguale lunghezza, rispingono sempre più la corrente verso la ripa opposta, e danno occasione di operare alla seconda cagione predetta, che è l' angustia della sezione.

Corollario XI. Rispetto all' angolo fatto da' ripari, sul piano verticale, colla corrente de' fiumi, *non è da dubitare, che la direzione del riparo a lungo della corrente non sia la migliore*. Per più chiara spiegazione di ciò, s' avverta, che può darsi, che il riparo riceva la corrente AB ad angoli retti, come BD (*Fig.* 34. *Tav. X.*); o ad angolo acuto, come BC, o ad angolo ottuso come BE. Intendasi prima *il resistente CB ad angolo acuto con la corrente*: in questo caso egli è evidente, che la direzione del resistente *ribatterà la corrente dell' acqua verso il fondo*, come per GI, quella, che viene per la direzione HG &c. la quale spinta dalla corrente AI, e dalle altre tra HG, AI, paralelle insieme, e combinata con esse, opererà per la direzione obliqua FB, *e perciò roderà il fondo in B*; e se il riparo non sarà piantato ben profondamente, potrà scalzarlo, e portarlo via. *Lo stesso succederà, abbenchè meno, all' acqua ribattuta dal resistente BD, la quale*, sebbene sarà riflessa con direzione opposta ad HX; nulladimeno, per virtù della medesima direzione, sarà divisa, parte verso D, parte verso B; e perciò in B succederà l' escavazione del terreno, che *potrà togliere il fondamento al resistente BD, e conseguentemente svellerlo*. Ma *il riparo BE*, perchè ribatte la forza dell' acqua all' insù, *non potrà essere scalzato nel fondamento*; e per conseguenza, *se avrà forza bastante da non rompersi per lo corso dell' acqua, sussisterà, anzi*, rincalzandosi a causa delle alluvioni, che si faranno al di lui piede, *si renderà sempre più forte, e più resistente*.

Corollario XII. Non solo il resistente BE rivolterà la corrente verso la ripa opposta D; ma essendo cagione, che s' impedisca il moto dell' acqua nel triangolo XBE, (*Fig.* 30. *Tav. VIII.*) necessariamente *dovrà farsi in detto triangolo, dell' alluvione*: e perciò *sarà il resistente rincalzato al di dietro di terra*: ciò però s' intende, *ogni volta, che il resistente abbia tanta altezza, quanta basta, per non essere sormontato dal fiume*, e che l' acqua vi si porti di rigurgito, girando attorno ad E, ed equilibrandosi con quella, che corre al disotto del resistente; altrimenti, *se l' acqua potrà sormontarlo, e se vi sia considerabile differenza tra 'l livello della di lei superficie di sopra, e di sotto dal resistente*; come se detta diffe-

differenza fosse F P; *dovendo l' acqua cadere da F in P, scaverebbe il fondo del fiume verso B*, ed ivi impedirebbe l' alluvione, la quale però potrebbe manifestarsi poco più lontano. *Quando* però *l'acqua di sopra, e di sotto* da B E, *fosse quasi nel medesimo livello*, o almeno nella medesima linea, che il restante della superficie del fiume, *ciò non dovrebbe succedere; ma solo là deposizione della materia terrea*. Questo effetto non solo è proprio de' resistenti inclinati alla corrente, ma anche degli altri, o retti, o contrapposti alla medesima, e perciò *bisogna avvertire, quale sia la natura de' fiumi dentro de' quali si fabbricano i ripari*; poichè, se essi avranno le piene subitanee, o la velocità grande, o il pendio del fondo considerabile; considerabile anche sarà la predetta differenza de' livelli, della quale non dovrà tenersi conto ne' fiumi di poco corso, di fondo piano; e che durino molto tempo, in portare la piena al suo maggior colmo.

Prima di levar mano dalla considerazione degli effetti de' ripari (ch' io mi protesto di non aver toccati, che leggiermente, e per digressione, non essendo questi il mio principal fine in questo trattato) io non voglio lasciare di motivare alcuni punti necessarj in questa materia; il primo di essi è, che *quanto più alto è un riparo, tanto riesce egli più debole*, non solo per le maggiori spinte, che riceve dall' acqua, quanto per ragione della leva, l' ipomochio della quale si dee intendere nel punto, nel quale quello sorge dal terreno; (2) *che, desumendosi la direzione de' fiumi dalla direzione del filone, e questa seguitando regolarmente la maggior profondità dell' alveo, che può essere cagionata dall' azione de' ripari anche bassi; perciò il più delle volte poco, o nulla serve il fabbricarli molto alti*; (3) *Che si dee avere riflesso alle cause produttrici delle corrosioni*; perchè la rimozione di esse, alle volte, serve molto più, che tutti i ripari del mondo; e frequentemente succede, che la spontanea cessazione delle medesime, perchè non avvertita, dà un gran credito, benchè non meritato, ad un' opera male intesa, e peggio eseguita; quindi è, che chiunque rinvenirà le vere cagioni degli effetti perniciosi, che accadono ne' fiumi, potrà molte volte con poco di spesa, e fatica ottenere l' intento desiderato; e serva per regola universale, che *sempre più sicuro sarà il rimediare alle cause, che l' ostare all' effetto*. (4) *Che si dee scegliere tal luogo al riparo, che possa superare, non essere superato dal corso dell' acqua; che possa fare l' effetto desiderato, e darli quella direzione, che più richiederanno le circostanze*. (5) *Che qualunque riparo, obbligato a soggiacere all' impeto dell' acqua, richiede una continua vigilanza, e precauzione tanto in conservarlo, quanto in ripararlo, dove porta il bisogno*; altrimenti essendo l' azione dell' acqua continua (atta perciò a vincere colla lunghezza del tempo qualsisia ostacolo) facilmente verrà il caso,

so, che il riparo sia danneggiato; ed allora bisogna rimetterlo, quando per altro se ne trovi buon' effetto; altrimenti può darsi, che demolito il riparo, e indebolito perciò il fondo del fiume, il danno da esso ricevuto resti maggiore di prima.

PROPOSIZIONE VIII.

Ne' medesimi supposti della proposizione antecedente, se il resistente sarà composto di parti amovibili (*a*), *e di tanta altezza, che possa sostenere l' effetto, che si dirà, sarà esso corroso inegualmente, e formerà una concavità, le cui direzioni spingeranno il corso dell' acqua alla parte opposta.*

Intendasi nuovamente il fiume ABCD, di cui tutte le direzioni siano parallele ad AB, o CD (*Fig. 35. Tav. X.*); e che correndo da C in D, incontri il resistente DE composto di parti amovibili, come sarebbe una sponda di terreno tanto alta, che non possa essere sormontata dall' acqua: dico, che detta sponda non potrà sussistere nella situazione DE; ma corrodendosi, si ridurrà in forma di una linea curva v. g. DFG, dalle direzioni della quale sarà rivoltata la corrente verso la sponda AB.

Posciachè essendo il moto, per le direzioni parallele, impedito maggiormente, quanto più le linee di esse sono vicine alla sponda; sarà l' impeto per CD minore, che per HE; ed essendo DE in linea retta, saranno tutti gli angoli, fatti dalle linee di direzione con essa, eguali; e perciò maggiore sarà lo sforzo dell' acqua per la direzione HE, che per la CD: ed in oltre, essendo la sponda DE verso il suo ultimo termine (come non fortificata dall' unione, e rincalzamento delle parti vicine) meno resistente in E, che in D; maggiore per l' uno, e per l' altro capo, sarà l' effetto in egual tempo in E, che in D; e perciò in E si farà maggiore corrosione, che in D; e perchè simili effetti sempre più si diminuiscono, quanto più obliquo è l' angolo dell' incidenza; accrescendosi sempre più l' obliquità all' accrescersi della corrosione, e diminuendosi l' impeto per la direzione KI, finalmente si arriverà ad un' angolo KID così acuto (*b*), che la resistenza, nata dall' ade-

(*a*) Dalla considerazione de' ripari artificiali, che resistono al corso dell' acqua, passa l' Autore a quella degli altri ostacoli, che opponendosi al medesimo corso non sono atti a resistergli, ma ne rimangono corrosi, quali sono le sponde medesime del fiume, quando si avanzano a ricever la corrente con qualche notabile inclinazione; nella qual materia si avverta potere cadere quasi tutte quelle medesime ispezioni, che abbiamo accennate nell' annotazione precedente in ordine a ripari, onde quì ancora potrebbe aver luogo un' intero trattato.

(*b*) In questo discorso la direzione KI si dee intendere così vicina alla ripa CD (a cui è parallela) che la porzione della ripa corrosa, e stabilita in ID, ancorchè curva, si possa sensibilmente riguardare come retta, e l' angolo KID come rettilineo.

desione delle parti del terreno, sarà bastante a pareggiare la forza dell' acqua; e perciò la ripa si stabilirà in D I inclinata alla corrente K I. Quindi è, ch' equivalendo essa ad un resistente composto di parti non amovibili, comincerà a ribattere la corrente verso la ripa opposta A B (*per la proposizione antecedente*) e conseguentemente farà voltare qualche poco la direzione L M, verso la medesima sponda A B; ma perchè, voltata questa direzione, come in L O P, farà colla sponda un' angolo minore di L M D (*a*); perciò, essendo questa battuta ad angolo più obliquo, resterà con maggiore possanza, per resistere all' impeto della direzione L M, sebbene esso sia qualche poco maggiore di quello della direzione K I; e perciò l' angolo L M D sarà qualche poco maggiore dell' angolo K I D; al quale in fine (cioè quando la sponda sia stabilita in P) sarà eguale l' angolo O P N (*b*). Nella stessa maniera si dimostrerà, che l' angolo N F M dovrà essere maggiore dell' angolo L M I &c. ma ciò essendo, non potrà la linea D F G essere retta; perchè la linea retta fa angoli eguali con tutte le direzioni parallele; adunque sarà una curva, le cui tangenti facciano sempre angolo maggiore colle direzioni più lontane alla sponda C D, cioè una curva concava, la cui specie dipende dalla diversa proporzione, che ha l' impeto dell' acqua alla resistenza del terreno, del quale è composta la sponda; poichè se maggiore sarà la resistenza I, con maggior forza ancora sarà riflessa l' acqua da I, che unita colla direzione susseguente, farà sì, che resti battuta più obliquamente la sponda; e per conseguenza meno sia ella corrosa; onde resti l' angolo L M I tanto maggiore. Secondo la proporzione adunque, colla quale cresceranno gli angoli fatti dalle direzioni parallele colle tangenti della curva D F G, sarà ella, o di una spezie, o di un' altra. Resta da pro-

var-

(*a*) Qui per l' angolo L M D, che è mistilineo si vuol' intendere l' angolo rettilineo, che fa la direzione L M colla direzione M I, ovvero M F dalla sponda corrosa nel punto M, cioè l' angolo della retta M I colla tangente della curva G M D nel punto M.

(*b*) Il punto P, che in questa figura è situato dentro la curva della sponda corrosa G M D si vuol intendere sulla periferia della detta curva tra M, & F, e al detto punto dee terminare la linea O P, che rappresenta una linea d' acqua distornata dalla sua direzione L O M per la reflessione di essa fatta nella sponda D I M.

Tralascio altre annotazioni a questa dimostrazione, che non ha forse tutta l' evidenza desiderabile. Vi sarebbe oltre di ciò da considerare l' effetto delle corrosioni, e la loro curvatura ne' piani verticali, o sia nelle sezioni delle ripe corrose perpendicolari al fondo del fiume, non avendoli l' Autore considerati, che ne' piani orizzontali, o paralleli al fondo; ma la materia è inviluppata di tanta difficultà, e tante sono le supposizioni, che conviene assumere per una tale indagine, che è difficile trattarne se non in una certa generalità di poco uso nella pratica. Veggasi nulladimeno ciò, che con molta acutezza ne scrisse il Sig. Bernardino Zendrini Mattematico della Serenissima Repubblica di Venezia nella dissertazione pubblicata sopra questo argomento nell' articolo 3. del tomo 21. del Giornale de' Letterati d' Italia pag. 105.

varsi, che detta curvità DFG spingerà l'acqua alla ripa opposta, ma ciò è evidente; perchè, correndo anche l'acqua sul tipo di una linea curva, che le fa sponda, viene a mutare, ad ogni punto, direzione, che è quella delle tangenti di essa; ed essendo tutte queste inclinate alla sponda CD, prolungate che siano, anderanno a tagliare la ripa AB; e per conseguenza verrà ad essere indirizzata l'acqua verso di essa. Il che &c.

Corollario I. Da questa proposizione apparisce, che *le corrosioni de' fiumi, arrivate che siano a formarsi la curvità, che richiede la combinazione delle cause, e delle circostanze, non crescono di più; ma sono lasciate dal corso dell'acqua le ripe intatte, egualmente, come se fossero parallele fra di loro, ed alle direzioni del fiume*; e su questa ragione s'appoggia la forma praticata dagli architetti Ferraresi nel ripararsi dalle corrosioni del Pò grande, che è di ritirarsi addietro colle arginature, e solamente di difendersi dagli effetti delle corrosioni, cioè dalle inondazioni, con nuovi argini; ma non mai di ostare alle cause, che producono la corrosione.

Corollario II. Perchè la forza delle direzioni, unita a quella delle riflessioni, fa accrescere l'impeto; perciò *è evidente la causa, per la quale il filone si tiene più vicino alla ripa nelle corrosioni, che ne' siti retti del fiume*; perchè, cioè, l'acqua resa più veloce, meno patisce dalla vicinanza della ripa. E similmente si manifesta la cagione, per la quale il filone, nel principio della corrosione, meno s'accosta alla ripa corrosa, di quello faccia più a basso; posciachè non solo unite le forze di più direzioni, e di più riflessioni in G, che in M, rendono l'acqua più veloce, ma anco, perchè le direzioni più violente, come HG, spingono la corrente più vicino alla ripa in G, che in M.

Corollario III. Perciò *nelle corrosioni non stabilite, maggiore sarà il tormento della ripa in quella parte di essa, alla quale più s'accosta il filone* (questo sito sia chiamato *vertice della corrosione*) *ma nelle stabilite sarà eguale per tutto*; e perciò *in quelle corrosioni, nelle quali il filone si porta sempre più a basso, succedono delle alluvioni nelle parti superiori, e delle corrosioni nelle inferiori*.

Corollario IV. E perchè *i fiumi, quanto sono più larghi, tanto sono più atti a portare il vertice della corrosione più lontano dal principio di essa*; perciò *ne' fiumi maggiori, le corrosioni prendono maggior giro*, ed occupano più terreno, internandosi nelle campagne; e conseguentemente *i fiumi più grandi hanno meno frequenti le tortuosità*.

Corollario V. Ed essendo, che nel *vertice della corrosione s'unisce il maggior impeto del fiume*, operante per una direzione determinata, ch'è la tangente del vertice, ed incontrandosi da lì in giù le direzioni pa-

parallele, sempre più languide, e le riflessioni più vigorose; perciò *il filone dovrà scostarsi dalla ripa corrosa sempre maggiormente*; e ciò serve *a fare ribattere la corrente verso la parte opposta, con angolo meno obliqua*.

Corollario VI. Dal che ne segue, che *facendosi dentro d' un fiume, distesa in linea retta*, per qualche causa accidentale, *la corrosione, v. g. della ripa destra, dovrà seguirne una*, eguale, o poco minore, *nella sinistra; e questa ne cagionerà un' altra nella destra &c.* E perciò *i fiumi, per ordinario, si vedono correre dentro alvei composti di parti, o tronchi retti, inclinati l' uno all' altro, ed uniti negli angoli con linee curve*, che sono le formate dalle corrosioni.

Corollario VII. E perchè, posta la medesima resistenza nelle ripe, le corrosioni succedono tanto maggiori, quanto più i fiumi sono veloci, e servendo al corso la rettitudine per renderlo più veloce: quindi è, che *succedono maggiori quelle corrosioni, che sono imboccate, nella parte superiore, da' tronchi retti del fiume medesimo, per li quali, cioè, il fiume abbia potuta prendere quella velocità di accelerazione, che gli è permessa dalle sue condizioni*; e quà cade la considerazione di tutte quelle cause, che possono rendere più veloce il corso d' un fiume.

Corollario VIII. Similmente, perchè supposta la medesima velocità d' un fiume, tanto più opera ella in corrodere la ripa, quanto più questa se le oppone rettamente; perciò *maggiori succederanno le corrosioni, quanto meno ottusi saranno gli angoli formati dalle direzioni del medesimo fiume colla situazione della ripa dalla parte inferiore*.

Corollario IX. Per una simile ragione *più facilmente cederà una ripa arenosa, che una cretosa*; e perciò, *secondo la diversità della resistenza delle ripe, maggiori, o minori si faranno le corrosioni*.

Corollario X. Essendo, che *nelle corrosioni sempre, per lo meno, si ritarda notabilmente la velocità dell' accelerazione acquistata per lo pendio dell' alveo*; perciò *se un fiume retto incontrerà la resistenza d' una ripa*, v. g. se A B incontrerà B C *col farli rivoltare il corso* in B C (Fig. 36. Tav. X.) *farà la corrosione* in B; *ma* potrà darsi il caso, che *ribattuta l' acqua* in C, *non potendo* per B C *rendersi nuovamente tanto veloce*, quanto per A B; *e per conseguenza percotendo* C *con forza minore* di quella, con che ha prima percossa la sponda B, *non faccia ivi tanta corrosione*; e per conseguenza *sia la corrente ribattuta* in D *ad angolo più obliquo, e così successivamente*; dal che ne può avvenire, che dopo alcune battute, e ribattute, trovando l' alveo F G retto, di nuovo s' indirizzi il corso dell' acqua per esso.

Corollario XI. A questi ultimi corollarj, si dee avere riflesso ne' tagli, che si fanno per raddirizzare il corso a' fiumi; nelle quali operazioni si dee avvertire per regola (1) *d' imboccare, coll' incile del taglio, il filo-*

il filone del fiume; altrimenti, o egli non vi entrerà, o entrandovi di nuovo si farà tortuoso; (2) *di mandare lo sbocco del medesimo taglio, quanto si può, a seconda del filone delle tortuosità seguenti*, se non si vogliono fare cambiare al fiume i siti delle corrosioni inferiori, il più delle volte, con grave danno. (3) *Che quando non sia possibile ottenere quest' ultima condizione, si dee fare il taglio in due linee, che facciano fra loro un' angolo, il più che sia possibile, ottuso*. (4) *Che quando non riesca di ottenere una buona imboccatura del filone superiore nel taglio, è necessario di sforzarlo ad entrarvi con qualche lavoriero fatto nell' alluvione opposta alla corrosione*; o pure con traversare la corrente, almeno in parte, con buone palificate. (5) *Che quando la caduta del taglio fosse assai grande in proporzione di quella, che avesse il fiume per le tortuosità, potrebbe questa supplire, in qualche parte, al difetto della buona imboccatura &c.*

Corollario XII. Alle cose predette si dee anco riflettere, in destinare il luogo agli argini, che si fanno, o ad uno de' tagli predetti, o ad un nuovo alveo di fiume; perchè in ciò succedono errori infiniti, fabbricandosi alle volte argini in certi siti, che sono dovuti alle corrosioni, le quali necessariamente sono per accadere, se non sul principio, almeno quando tutta l' acqua del fiume si porterà a correre per gli alvei arginati: ed io potrei addurne quì molti esempj, se non stimassi meglio, di star lontano dal condannare le operazioni degli altri.

PROPOSIZIONE IX.

Se in una palude, lago, laguna &c. entrerà un fiume torbido; ivi deponendo la materia terrea, la eleverà di fondo, e si formerà l' alveo dentro di essa, in mezzo alle proprie alluvioni, prendendo quella strada, che li sarà insegnata dalla direzione della foce, dalle resistenze, che troverà, e dall' esito, se vi sia, del lago, o della palude &c.

Che un fiume d' acqua torbida, entrando v. g. in una palude, perda il moto, è manifesto per esperienza, e per ragione; siccome è fuor di dubbio, che perdendosi l' agitazione nelle acque torbide succedano delle alluvioni: resta solo da spiegare, in qual maniera possa un fiume, con esse, formarsi l' alveo. (*Fig. 37. Tav. X.*) e quali siano le cagioni, che concorrono a determinare il sito di esso.

Sia dunque il fiume ABC, che entri nella palude CDEFG; e sia in C lo sbocco del fiume, la di cui ultima direzione sia BC; e sia in E l' emissario di essa palude: dico, che per determinare il sito al fiume da C in E, concorrono la direzione BC, il sito di E, e gl' impedimenti, che di quando in quando incontra il corso dell' acqua nella palude. Posciachè egli è certo, che dovendo l' acqua, nel tronco dello sbocco BC avere qualche velocità; ed eguale, se non maggiore, altezza di su-

ſuperficie in B, che in C; dovrà il ſemplice conato dell' acqua della palude in C, cedere alla velocità del moto attuale per B C; adunque *l' acqua non ſolo correrà dentro l' alveo B C, ma prolungherà per qualche ſpazio il ſuo corſo dentro della palude v. g. da C ſino in H;* ſempre però indebolendoſi, ſino a perdere ogni moto ſenſibile. Supponiamo, che ciò ſucceda in H; adunque l' acqua entrando torbida, ſarà poi reſa ſtagnante per tutta la palude, fuor che nel ſito C H; e perciò lateralmente a C H deporrà la torbida, e ſuccederanno delle alluvioni, le quali, colla loro altezza, chiuderanno un ſito laſciato baſſo da C in H (a); e per queſto continueraſſi il corſo del fiume. *Riſguardando* dunque *la ſola direzione* B C, *dovrà tal principio d' alveo diſtenderſi in una retta C H, e continuarſi ſempre la medeſima*, elevandoſi maggiormente le ſponde laterali, ſino a ſopravanzare la ſuperficie dell' acqua della palude, conſtringendo con ciò il fiume a continuare il ſuo corſo per un' alveo nuovo, *ed a prolungare lo sbocco dentro la palude ſempre a dirittura*.

Ma, *ſe qualche coſa ſi opponeſſe al moto dell' acqua per la direzione C H;* come erbe, arbori &c. (che ſono aſſai famigliari alle paludi) o ſoffi di venti, o correntie d' altre acque, abbenchè occulte, ed inſenſibili; come per eſempio, ſe dentro d' una palude piena di un canneto, o di erbe, foſſe aperta una ſtrada ſenza impedimento, come C I; allora, perchè la direzione per B C, uſcita l' acqua dallo sbocco C, ſempre s' illanguidiſce, *farebbe bene il fiume qualche ſforzo per iſpingerſi in C H*, e ſul principio ne prenderebbe, per qualche picciolo ſpazio, la linea; *ma finalmente vinto dalle reſiſtenze, ſarebbe obbligato a prendere a un dipreſſo la ſtrada meno impedita per* C I. Lo ſteſſo ſuccederebbe *ſe nella direzione C H s' incontraſſe qualche reſiſtente, valevole a rivoltarla ad altra parte*, e per far ciò non ſi richiederebbe gran forza, purchè eſſo reſiſteſſe più delle parti vicine; perchè, in tal caſo, *l' impeto in gran parte perduto, facilmente indirizzerebbeſi ad altra parte*. E da queſto principio naſcono i molti rivoli, o rigagnoli, ne' quali ſi dividono i fiumi, che mettono la foce nelle paludi di poco fondo.

E' conſiderabile in queſto caſo un' altra ſorte di reſiſtenza, che naſce dall' inegualità del fondo della palude, la quale, ſebbene ſul principio nulla opera, nel progreſſo però cagiona un' impedimento maggiore di ogni altro. Poichè ſuppoſto, che il maggior fondo ſia in C H K L E; egli è certo, che facendoſi depoſizioni eguali in que' ſiti, ne' quali l' acqua egualmente ſtagna, ed è egualmente torbida; neceſſariamen-

(a) Cioè a dire chiuderanno quel ſito, ſopra cui, per aver avuto corſo l' acqua, non ſarà ſeguita tanta alluvione quanta nelle parti laterali al detto corſo, e perciò ſarà reſtato più baſſo. Vedi in queſta materia della formazione degli alvei de' fiumi entro le paludi ciò, che ſi dirà più ſotto nel capo 13., e ſpecialmente nella annotazione 3.

mente dovrà succedere, che ne' siti laterali a' fondi continuati CHKLE, dovranno le alluvioni elevarsi più presto sopra la superficie della palude, che nel mezzo; e conseguentemente formeranno, come un' alveo, dentro il quale dovrà il fiume prendere il suo corso; e perciò *molte volte i fiumi, che hanno esito nelle paludi e lagune, seguitano, nel formarsi che fanno l' alveo dentro le proprie alluvioni, la via delle maggiori profondità di esse Paludi*. Per la stessa ragione operano tutte le cause, che fanno una strada, o più aperta, e spedita; o più bassa d' un' altra, come sono, oltre le tagliate delle erbe, qualche picciola escavazione; e la via tenuta da' navicelli nel passare da un luogo all' altro; perchè in tali siti, l' acqua posta come in equilibrio, seguita la via delle minori resistenze.

Finalmente *supposto, che la palude &c. non possa avere altro sfogo, che in E*, è manifesto, che *l' acqua portata dal fiume in essa, dovrà avere corso considerabile in E*, e che, *non potendo il fiume avere sfogo in altra parte*, *finalmente* bisognerà (quando anche dovesse prima circuire tutta la palude) *che arrivi al luogo dove comincia il corso dell' acqua, che esce per E, col quale combinandosi quello del fiume, s' incamminerà a quella parte medesima*. Egli è dunque dimostrato, che *le tortuosità, o sinuosità de' fiumi, i quali si formano l' alveo colle alluvioni, debbono la loro situazione, parte alle direzioni dello sbocco del fiume inalveato; parte alle resistenze trovate dentro la palude; e parte al sito dell' emissario della medesima*. Il che &c.

Non si dee però credere, come pure si è accennato di sopra, che tal fiume, inalveandosi, seguiti con un ramo solo, una sola direzione; anzi piuttosto, secondo la diversità delle cause vicino allo sbocco, si dovrà dividere in moltissimi rami, divisi anch' essi in altri minori, i quali a poco a poco, saranno lasciati dal fiume, serrati colle alluvioni, a misura della forza, che prenderà per uno di essi il più facile, e meno impedito; dimodochè rare volte succede, che si mantengano più rami insigni, se il fiume non ha, o notabile abbondanza d' acqua, o ne' rami diversi, un certo equilibrio di condizioni, non così facile a succedere.

Ecco dunque da quante cause può provenire, che i fiumi si facciano tortuosi, e come avvenga, che tali si mantengano: succede ora da esaminarsi, quali siano gli effetti di essi, e quali quelli de' fiumi retti; ma prima è da avvertire, che *i fiumi, i quali corrono in ghiara difficilmente ponno mantenere la rettitudine*: perchè spingendo essi sregolatamente, e con moto lento, le ghiare, molte volte le ammassano, e le lasciano, al cessare della piena, nel mezzo del proprio corso: ond' è, che facendosi dossi, sforzano questi la corrente a voltarsi da quel lato, ove, trovando qualche volta materia poco resistente in tempo di acqua bas-

bassa, può profondare un nuovo alveo, e fare come una chiamata alla piena sopravveniente. Di quì anche nascono, la moltiplicità de' rami, che hanno i medesimi fiumi in ghiara, le isole, che dalla divisione, e riunione di detti rami derivano; ed in oltre la continova variazione del letto, e del filone, osservandosi ad ogni piena, in ciò, qualche notabile mutazione (*a*). Quindi è ancora la larghezza soprabbondante degli alvei ghiarosi, e la poca sicurezza, che si ha da' ripari fabbricati per difesa delle ripe; e conseguentemente il poco frutto, che si ricava da' mezzi, che si adoprano per mutarli di corso, ed obbligarli a correre, quanto più si possa, rettamente; potendosi dire, che *i fiumi in siti simili, siano quasi indomabili*, o almeno richiedano una più che ordinaria vigilanza, ed assistenza per essere mantenuti in dovere; e ciò è sempre tanto più vero, quanto le ghiare, o sassi sono più copiosi, e più grandi di mole. Al contrario *i fiumi che corrono in sabbia, sono molto più maneggiabili*, per la quasi intera uniformità della materia, della quale viene composto l' alveo; *e perciò essendo diritti, facilmente si conservano, e le loro botte più agevolmente si difendono*; e mantenendosi il corso, quasi sempre, nel luogo medesimo, *non hanno bisogno di tanta larghezza di letto*; onde in molti casi è facile di mutare loro l' alveo, o con cavi proporzionati, o con ripari ben' intesi, o con accrescimento di

(*a* Fra le conseguenze, che traggono seco le perpetue, e mutabili tortuosità degli alvei de' fiumi, che portano ghiare, e sassi, una si è il raccorciamento, o il prolungamento, che in virtù di tali mutazioni va succedendo delle loro linee, con che dee necessariamente andar connesso l' abbassamento, o l'alzamento del loro letto nel tratto superiore; la qual differenza d'altezza può essere assai notabile per poco, che la linea predetta si sia raccorciata, o allungata, attesa la gran pendenza, che hanno i fiumi, ove portano sì fatte materie.

Quindi si spiega, come in tali siti si veggano alle volte grandissime piagge, o greti ricoperti, anzi composti di sassi, e in tal quantità, e situazione, che manifestamente fa scorgere non essere stati colà sbalzati [come talvolta succede] ma depositivi dalle fiumane, e per conseguenza soverchiati allora dalle medesime, i quali ciò non ostante sopravanzano di qualche piede sopra la superficie delle maggiori escrescenze, contuttochè niuna manifattura sia stata fatta nel fiume, per cui tali spiagge dovessero rimanere più alte di quel, che erano, quando egli le produsse colle sue alluvioni. In tal caso se si osserverà il fiume nelle parti inferiori, si vedrà aver fatto la natura, ciò che l' arte non ha fatto, cangiandone il corso col farli abbandonare qualche svolta, per cui già si aggirava, e coll' abbreviarne in tal modo la linea come per un taglio naturale. Al contrario se in simili tratti sassosi si vedessero le piene cominciare a riuscir molto più alte di quello, che solevano, senza che però altra manifesta cagione vi concorresse, si potrebbe aspettar di trovare, che nelle parti inferiori il fiume stesso si fosse deviato dalla primiera sua strada per prenderne alcun' altra più tortuosa. Qualche cosa di simile può anco avvenire ne' fiumi, che portano pura sabbia senza ghiaia, ma allora nè è sì facile, che i cangiamenti naturalmente seguiti in lunghezza siano molto grandi, nè a tali cangiamenti può corrispondere molto notabil divario nello stato del fondo superiore, per essere le pendenze de' fiumi arenosi molto minori di quello, che sieno ne' tratti sassosi.

di caduta, o con maggiore facilità di sfogo; regolandosi in questi casi la maggiore, o minore facilità, dalla considerazione della velocità del corso dell'acqua; dalla direzione, ed impeto in essa impresso; dalla situazione della ripa &c.

Passando ora agli effetti de' fiumi retti, e tortuosi, facilmente si ponno quelli dedurre da ciò, che abbiamo sin' ora detto. E prima; *i fiumi retti mantengono più scavato il loro letto, i tortuosi meno* (a): e la ragione si è; perchè essendo la linea retta, tirata dal principio al fine del fiume, la più corta, ed essendo la caduta proporzionata alla lunghezza del corso; ne segue, che conservando lo stesso alveo la medesima declività, debba essere più alto il fondo nel principio del fiume tortuoso, che del retto, quando nell'uno, e nell' altro si trovi la medesima distanza de' termini.

Per esempio, supponiamo, che l'origine d' un fiume sia distante in linea retta dalla foce del medesimo, cento miglia; e richieda un piede di caduta per miglio; certo è adunque, che tutta la caduta necessaria a questo fiume, sarà di cento piedi; e tanta dovrà essere l' elevazione del principio di esso sopra il fondo della sua foce, qualunque volta abbia esso il corso per detta linea retta. Ma se il medesimo colle sue tortuosità s' allungasse la strada, fino a cento cinquanta miglia; altrettanti piedi vorrebbe egli di caduta (tralascio di considerare in questo luogo la differenza, ch'è tra un fiume retto, e un tortuoso, la quale fa, che il primo a cagione delle minori resistenze, riesca più veloce, e meno declive del secondo) e perciò dovrebbe il principio del fiume essere più alto, che nel caso precedente; il che è vero, anche di tutti i siti del fiume, paragonando la loro distanza dalla foce per la linea retta, e per la curva; quindi è, che desumendosi la profondità del fiume dalla distanza del di lui fondo dal piano della campagna, *se la caduta di questa sopra il fondo dello sbocco, sarà maggiore di quella, ch'è dovuta al fondo del fiume, necessariamente correrà questo incassato nel terreno; e tanta sarà la profondità, quanta la differenza tra la caduta maggiore della campagna, e la minore del fondo del fiume*; E perchè la caduta de' fiumi, tanto fassi maggiore, quanto è più lunga la linea del loro corso; però *può darsi il caso, che un fiume correndo rettamente al suo termine, abbia il suo fondo assai basso sotto il piano della campagna; ma facendosi tortuoso, e per conseguenza elevandosi, abbia bisogno di argini, per essere trattenuto, che non inondi*. Il paragone della ca-

(a) Questo solo vantaggio, che hanno i fiumi retti sopra i tortuosi, e che l' Autore prova nel seguente §. [non mettendo neppure in conto il riuscire il retto più veloce del tortuoso a cagione delle minori resistenze] parmi di tal momento, che ben si possa contrapporre a qualunque altro vantaggio che possa essere addotto a favore della tortuosità degli alvei.

caduta della campagna con quella, ch' è necessaria al fiume, fa anche conoscere, quale sia la causa, che alcuni fiumi camminino per fondi elevati sopra il piano del terreno contiguo; che altri corrano affatto incassati dentro la campagna, e ch' altri si profondino di soverchio, dentro le viscere di essa; la medesima comparazione può portarci anche alla cognizione de' rimedj opportuni, per impedire la nociva elevazione del fondo de' fiumi, e le estreme loro profondità; *Ne' fiumi però che hanno il fondo orizzontale, la rettitudine, o tortuosità degli alvei, non contribuisce cosa alcuna al maggiore, o minore profondamento*; ma la sola copia dell' acqua, che, quanto è maggiore, mantiene più basso il fondo del proprio letto: la caduta sì della campagna opera qualche cosa, paragonata alla cadente del pelo del fiume; perchè, *se la caduta del terreno sarà maggiore di quella, che tira seco la declività della cadente del pelo d' acqua nelle massime piene, non vi sarà bisogno d' argini al fiume*; e perchè, anche in questo caso, la linea più lunga ricerca maggiore caduta, *può essere, che la tortuosità induca una necessità di arginature, che forse non si avrebbe, se il fiume camminasse retto*; *la tortuosità* dunque in questo caso, *potrà ben fare elevare il pelo dell' acqua, ma non il fondo dell' alveo* (*a*).

Le altre proprietà de' *fiumi retti* sono, ch' essi, come si è dimostrato, *conservano il loro maggior fondo nel mezzo dell' alveo*, restando le parti in ciascheduna sezione omologamente disposte; e perciò non si scava il loro fondo più in un luogo, che nell' altro: non si fa alcun gorgo, o inegualità di letto, che accidentalmente; e stabilita che sia la loro larghezza, non alterano la situazione delle proprie *ripe*; le quali perciò *non fanno altra forza, che di sostenere l' altezza dell' acqua nella medesima maniera, che farebbero, se fosse stagnante, cioè in proporzione della propria altezza*. Ma al contrario *i fiumi tortuosi portano la maggior profondità degli alvei, ora verso una ripa, ora verso l' altra; e la linea del filone dell' acqua è sempre più curva di quella delle ripe, accostandosi alle parti concave delle rotte, e scostandosi dalle convesse*; perlochè ne nasce, da una parte la generazione delle spiagge, e delle alluvioni,

(*a*) Cioè a dire la tortuosità, che segua in un tratto d' alveo orizzontale, che prima era retto, potrà ben fare, che in qualsivoglia dato punto del tratto superiore alla nuova tortuosità, la superficie delle piene si mantenga più alta di quel, che era, quando il fiume camminava retto, ma non potrà già fare, che ivi il fondo del fiume divenga più elevato di prima. L' istesso dovrà dirsi ove ad un fiume orizzontale venga ad allungarsi la linea per protrazione seguita della spiaggia del mare, in cui egli abbia lo sbocco. In fatti ne' rami del Pò, ne' quali può dirsi, che egli cammini con alveo orizzontale, vi sono indicj di alzamento di pelo delle piene dopo la protrazione succeduta delle alluvioni, che sono alle loro foci, ma non così di alzamento di fondo; anzi nel ramo d' Ariano ve ne ha piuttosto di abbassamento.

vioni, o arenai; e dall'altra, anche frequentemente, la corrosione delle ripe, che sogliono in detti siti, avere al piede gorghi profondi. *Il carico, che portano le sponde battute dalla corrente del fiume, è molto maggiore, che ne' fiumi retti*, come non fatto dal solo conato; ma dall' impeto dell'acqua, del quale è tanto maggiore la forza, quanto l'energia della percossa supera lo sforzo della sola gravità. S'aggiunge, che *ne' fiumi retti, le direzioni del corso procedono dalle parallele alle sponde*; e perciò non ponno cagionare que' vortici, che solo nascono dalla combinazione di diverse direzioni insieme, e che sono tanto frequenti ne' fiumi tortuosi, con danno indicibile delle sponde.

Procede anco dalla curvità degli alvei un'effetto assai considerabile, ed è *la direzione, che ha il fondo dell'acqua, diversa da quella del mezzo, e della superficie*, dal che ne nasce, che le piene maggiori, alle volte, mostrano di battere la ripa opposta in un luogo, le mezzane in un' altro, e l'acqua bassa in un'altro. Ciò deriva, perchè camminando il maggior fondo, colla medesima curvità delle alluvioni, e delle spiagge, che sono nel fondo del fiume; la corrente del fondo segue la direzione di questo; ma quella, che essendo più alta, copre tutte le spiagge quanto è in se, s'accomoda alla curvità delle sponde delle golene, che per lo più non sono parallele alla maggiore profondità dell'alveo, e finalmente le piene più alte, coprendo il piano delle golene, prendono qualche direzione dalla situazione degli argini, i quali non mai secondano la curvità delle medesime; ma, il più delle volte, servono di corda al loro arco. Queste diverse direzioni però non si conservano così independenti l'una dall'altra, che non vengano di quando in quando alterate; e perciò combinandosi tutte e tre, il filone batte la ripa in un sito; cessandone una, cioè la superiore, l'incontro del filone con la ripa si fa in un'altro luogo; e finalmente non essendovi, che la direzione più bassa, di nuovo si muta sito. E perciò si dee avvertire, nel destinare i luoghi a' ripari, che si formano per difesa delle corrosioni, di non avere unicamente riflesso al filone dell'acqua bassa; ma bensì di considerare anche lo stato mezzano, e sommo delle piene del fiume.

L'altezza maggiore, che ha l'acqua corrente nella parte concava delle botte, è un'effetto non disprezzabile delle tortuosità degli alvei; poichè, siccome in quel sito gli argini si ricercano più vigorosi, più larghi, e di miglior construzione; così devono essere più alti, acciò l'acqua non trabocchi dalla sommità di essi, e tanto devono essere più alti, quanto più sono vicini al vertice della corrosione; perchè ivi è anche maggiore l'altezza dell'acqua: e perciò nella construzione, o riparazione degli argini, non occorre sopra d'una linea uniformemente de-

declive, regolare il piano superiore di essi; ma piuttosto giova tenerlo (col prendere norma dal pelo di una piena) tanto più alto, quanto si può credere, che basti a sostenere una piena straordinaria, quando ella venisse.

Sebbene pare, che gli effetti delle tortuosità de' fiumi siano tutti perniciosi; nulladimeno (perchè anche nel male si trova sempre mischiata qualche cosa di bene) oltre l'utile, che ricavano i possessori de' fondi contermini alle alluvioni, v'è alle volte qualche cosa di necessario all'economia universale de' fiumi; posciachè i giri di essi (particolarmente se sono reali) ponno, secondo il bisogno, avvicinare, o allontanare gli sbocchi de' fiumi influenti, all'origine di essi; e per conseguenza accrescere, o sminuire la necessaria caduta; ch'è un punto assai considerabile nella condotta dell'acque; ma di ciò parleremo più ampiamente nel Cap. 9. Si dee però avvertire, che la direzione de' fiumi s'intende in due maniere; l'una cioè universale, l'altra particolare. La direzione universale non tiene conto delle picciole curvità, che ha l'alveo d'un fiume, quando anche fossero tali, che spingessero le correnti in un luogo a levante, nell'altro a ponente; ma solo mette a capitale la strada, che tiene il fiume, prescindendo da esse: così vien detto da' geografi, che il Pò cammina da Ponente a Levante, che il Danubio nell'Austria tiene la medesima strada, nell'Ungheria volta a sirocco, dopo Belgrado ritorna verso Levante; e vicino a' suoi sbocchi nel Mar nero, tende verso Greco; e queste sono le tortuosità, che ponno essere utili, ed instituite con qualche fine dalla natura; ma la direzione particolare è quella, che gode la corrente, o filone in ciascheduna parte dell'alveo, e della quale si tiene conto da chi pretende fare una pianta esatta di un fiume in una carta di corografia, nella quale si voglia esprimere lo stato di esso, con ogni maggiore diligenza; e queste picciole tortuosità, rare volte avviene, che portino vantaggio; anzi sono abborrite dall'universale degli uomini, che tutto 'l giorno s'affaticano, o per toglierle, o per impedirne gli effetti dannosi.

E congenea alla materia di questo Capo la quistione promossa dal Varenio nella sua geografia generale lib. 1. cap. 6. prop. 8. Se gli alvei de' fiumi siano stati fatti dalla natura, o dall'arte? Egli distingue i fiumi contemporanei alla terra, da quelli, che hanno avuta la necessità di aver formati gli alvei, dopo la creazione del globo terraqueo: circa i primi non ispiega il suo sentimento; ma circa gli ultimi si dà a credere, che abbiano gli alvei manufatti, assumendo per fondamento della sua opinione, l'osservarsi, che le nuove fontane, nello scaturire che fanno dalla terra, non iscavano gli alvei per lo corso dell'acque

proprie, essendo perciò necessitate a spandersi per li terreni vicini: che molti alvei sono stati fatti per opera umana, desumendone la certezza dalla fede indubitata delle storie: e finalmente, che i fonti, o sorgive, le quali scaturiscono dalle pianure, generano paludi, per efficcazione delle quali bisogna scavare fosse, che divertano da esse le acque: e in fine conferma il suo sentimento col dire, che molti fiumi siano stati uniti, per artificio d'uomini, ad altri, coll'esempio del Tanai, dell'Eufrate, e della Volga; e che perciò si debba credere il simile di tutti gli altri.

Io, siccome non ardirei di negare, senza motivo, fatti d'istoria, così non posso dubitare, che le acque d'alcuni fiumi non corrano per alvei scavati a mano, sapendosi, che quelle del Pò furono unite in un sol' alveo da Emilio Scauro; che la Brenta è stata cambiata di alveo dalla serenissima Repubblica di Venezia; così il Lamone, ed il Reno nostro dalla santa Sede; per non dire delle fosse tirate dal Nilo ad Alessandria da Alessandro Macedone; di quelle fatte da Druso per lo Reno; da Tiberio per lo Tevere &c. Ma per l' altra parte, sono ben di parere, che la maggior parte de' fiumi siano stati fatti dalla natura, e che, lasciandola operare da se sola, ella formerebbe col tempo gli alvei a tutte l' acque: come di molti, formati per sola disposizione di cause naturali, se n' hanno indizj evidenti. Poichè, se si considera la parte più alta della terra, cioè quella, che noi chiamiamo montuosa, si può ben facilmente comprendere, che le spaccature, le quali in essa da per tutto si trovano, per lo fondo delle quali scorrono i rivi, i torrenti, ed i fiumi, e che sono, come termini divisorj d'una montagna dall' altra; è facile, dico, comprendere, ch'esse sono state fatte dalla forza dell' acque, che le ha scavate col corso, nella maniera già diffusamente spiegata nel Capitolo antecedente, osservandosi molte volte, che dalla maggiore, o minore profondità, viene determinata la distanza delle cime de' monti, che soprastano, dall' una, e dall' altra parte, al corso del fiume; abbenchè, a ciò fare, anche concorra la condizione della materia, di che sono formate, sì le montagne, che i fondi degli alvei. Quindi è, che per impedire l' escavazioni superflue, e dannose, ed i dirupamenti della terra ad esse succedenti, sono obbligati gli abitanti di fare, e mantenere un'infinità di chiuse, che sono fabbriche, per lo più, di legnami, o di sassi, le quali colla loro altezza sostentano il fondo de' torrenti alla necessaria altezza.

Non può intendersi una fonte di nuova origine, che abbia qualche abbondanza d' acqua, e che col continuo aumento, uscendo dal proprio ricettacolo, e trovando esito da qualche parte, verso il mare, non incontri, o un declivio, per lo quale scorra; o una caduta, dalla qua-

quale precipiti, la quale essendo grande più del dovere, è necessario, che succedano escavazioni, che sono quelle, che danno l' essere agli alvei: quando queste hanno potuto farsi seguitamente, si sono formati i letti continuati; ma incontrandosi ostacoli da tutte le parti, ed essendo sforzata l' acqua ad elevarsi di corpo, per trovare l' esito sopra gl' impedimenti, si sono formati i laghi, che servono di temporaneo ricettacolo a' fiumi, e talora si son fatte cateratte, o cascate d' acqua, quando nella dirittura dell' alveo, l' acqua ha trovati impedimenti, i quali non ha potuto superare, col roderli; e che perciò hanno sostentata la parte superiore dell' alveo più alta dell' inferiore. Accade talvolta, che i fiumi, scorrendo fra' monti, trovano voragini, che li assorbiscono: e però sono interrotti i loro alvei dalle montagne, che stanno in faccia del loro corso: queste voragini, o hanno esito al mare, o pure trasfondono le loro acque di nuovo sopra la terra, o formano nuovi fiumi: e questa è la ragione, per la quale se ne trovano di quelli, che entrano in laghi, ma non ne escono, e che alle volte si vedono scaturire dalla terra fiumi ben grandi piuttosto, che fontane, delle quali l' origine è tanto lontana, che non se ne tien conto. Troppo lungo sarebbe il voler quì rendere la ragione di tutti gli accidenti, che si osservano ne' fiumi dentro le valli delle montagne; ma sarà ben facile a chicchesia, sulla norma delle cose dette di sopra, d' indagarne le cause; onde passeremo a discorrere degli alvei, fuori delle foci de' monti.

Io credo assai probabile, che poche siano nel mondo le pianure, che non siano figlie delle alluvioni de' fiumi, essendo state per l' innanzi, o seni di mare, o paludi; posciachè, se si osserverà la condizione del terreno disposto in istrati di sabbia, o di terra, come nel cavamento de' pozzi, o altri simili si riscontra; e se si farà riflessione alle materie in casi simili trovate, cioè a dire, a' pezzi di barche, giunchi, ed alleghe marine, come riferisce il Bertazzolo, essere accaduto nel cavare i fondamenti del sostegno di Governolo sul Mantovano; ed in oltre se si considereranno l' istorie antiche, come di Erodoto, che asserisce tutto l' Egitto essere composto di terra portata dal Nilo; e che la Lombardia bassa, quasi tutta è bonificata, dopo due mil' anni, dalle alluvioni del Pò, e d' altri fiumi, che scendono dall' Apennino, e dall' Alpi; e finalmente (a) se si avvertirà, che i fiumi, che scorrono per le

 pia-

(a) E' da avvertire, che la necessità di arginare i fiumi, che scorrono per le pianure nasce talvolta da protrazione seguita del loro alveo, o per natural corso, o per arte, o pure da mutazione di sbocco congiunta con diminuzione di pendenza. Tali accidenti ponno fare, che un fiume, il quale correva in altri tempi tutto incassato fra terra colla superficie delle sue piene, cominci a spandere sopra le campagne; e ad aver uopo d' argini; e però l' essere un fiume argina-to

pianure, hanno, in gran parte, bisogno d'argini, che vuol dire, che senza d'essi sarebbero soggette le campagne alle innondazioni d'acque per lo più torbide (alle quali vanno necessariamente connessi gl'interrimenti) bisognerà dire, che, siccome levando tutte le opere manufatte, le pianure si ridurrebbero in paludi, così prima che fossero formati gli argini, non può essere di meno, che i piani delle campagne non si andassero elevando sempre più, col beneficio dell'acque torbide; e che perciò nel principio delle cose, fossero siti inondati, forse anche dall'acque del mare: ciò fa vedere, che gli alvei de' fiumi nelle pianure non sono fatti, come quelli fra i monti, per escavazione; ma solo per alluvione, cioè con la deposizione delle materie terree portate dall'acque.

Egli è manifestissimo per un'evidentissima ragione, e per un'esperienza sempre costante, che i fiumi torbidi, i quali hanno il loro sbocco nelle paludi, nelle lagune, o anche in seni, e spiagge di mare di poco fondo, si formano le ripe da se medesimi, ed alzando il fondo de' proprj ricettacoli, fanno loro cambiare natura, riducendoli in stato di terreno fertile (come è indubitato, essere succeduto a tutto il Ducato di Ferrara, a una gran parte di quello di Mantova, del Bolognese, del Modanese, del Mirandolano, della Romagna &c.) e che dentro gl'interrimenti, formano, e conservano l'alveo proprio: e perchè le acque vaganti facilmente perdono la direzione, secondando quella d'ogni picciolo impedimento, come si è dimostrato nell'ultima proposizione; quindi è nata la tortuosità de' fiumi nel loro primo nascimento, inclinata però sempre, secondo la direzione universale, verso quella parte, dove l'acqua ha trovato più facile l'esito, e dove la maggior caduta l'ha destinata. Quindi è, che la superficie delle campagne viene a un dipresso, ad essere disposta sul tipo della cadente della superficie de' fiumi, la quale avrebbe precisamente imitata, se la necessità dell'abitazione, non avesse obbligati gli uomini ad essiccare le campagne coll'artificio degli argini: accidente, che fa, che il piano di esse resti in molti luoghi più declive, e finalmente più basso del fondo de' fiumi (*a*); e che perciò richiedasi altezza maggiore di argini, per difenderle. Al contrario ne' luoghi, dove l'espansioni hanno avu-

to

to non è segno infallibile, che la campagna, per cui scorre, sia prodotta dalle alluvioni delle sue torbide almeno per tutto quel tratto, per cui è fiancheggiata da argini. Questo è ciò, che è accaduto a' fiumi della Romagna, molti de' quali si veggono ora arginati, incominciando a poche miglia sotto la via Romana, contuttochè certamente si sappia (almeno rispetto a qualcheduno di loro) che in tali siti, non ha molto, non vi era bisogno d'argini.

(*a*) In questo effetto ancora può aver parte o la protrazione seguita della linea del fiume, o la mutazione del suo sbocco, come nella nota precedente.

to più lungo tempo da operare; dove l'acque sono state più torbide; e dove si sono unite più cause simili; ivi si sono fatti maggiori gl'interrimenti, e, quantunque i siti siano più lontani dalla fonte del fiume, nulladimeno hanno il piano di campagna più alto, come si osserva nelle confluenze degli alvei formati in questa maniera.

E' anche regola generale, che le pianure fatte per alluvione, sono più alte alle sponde de' fiumi, e scostandosi da queste sempre si rendono più basse; e perciò ne' siti di mezzo a' due fiumi s' osserva una concavità seguita, dove l'acqua piovana delle campagne s'unirebbe, se la provvidenza degli uomini non avesse scavato in que' luoghi fosse proporzionate a ricevere l'acque degli scoli particolari delle campagne, ed a scaricarle, o nelle parti più basse de' fiumi medesimi, o al mare, o in paludi, secondo la contingenza. Ciò però è vero, qualunque volta il fiume, prima d'essere stato arginato, non abbia mutato sito da un luogo all'altro, in maniera da fare alluvioni, quasi per tutto eguali; o non siano state trattenute le torbide dentro il circondario degli argini particolari a ciò destinati; perchè in tal caso gl' interrimenti succedono, quasi orizzontali. Le osservazioni di queste particolarità, che regolarmente si fanno nelle pianure, danno ben' a conoscere, che gli alvei de' fiumi, che le bagnano, sono per lo più fatti per alluvione dalla natura, non dall'arte; e che quando questa v' ha luogo, si danno indizi tali da conoscerlo, anche prescindendo da qualsisia notizia di fatti antichi.

I condotti dell'acque piovane riconoscono ben tutti il loro essere dall' artificio degli uomini, se non quanto, alcuna volta, ponno avere per canale l'alveo derelitto d'un fiume, o altra simile concavità naturale. Lo stesso s'intende dell'acque de' fonti, che nascono nelle pianure, se esse sono in poca quantità; poichè tanto queste, quanto quelle, per correre regolate, richiedono escavazioni di canali; e la ragione si è, perchè, essendo chiare, non ponno deporre materia alcuna; e perciò non vagliono a farsi l'alveo per alluvione, e perchè scorrendo per campagne, che hanno a un dipresso il declivio richieduto dal fiume, non ponno, essendo molto minori di corpo, fare escavazione alcuna; e per conseguenza profondarsi un' alveo sotto il piano della campagna. Egli è dunque necessario, che sopra de' terreni si spandano, e scorrendo sempre ad occupar' i luoghi più bassi, procurino l'uscita da qualche parte, la quale, essendo l'acque vive, troveranno finalmente, se non altro, coll' alzamento della superficie, che rendendosi, o per sorgive temporanee, o per espansioni di qualche fiume &c. superiore agli ostacoli, si formonterà; e sopra di essi acquistando quell' altezza, che, proporzionata alla larghezza, e velocità, è necessaria

per iscaricare tutta l'acqua, che di nuovo si va somministrando, terrà occupate, ed inondate tutte all'intorno le campagne, che saranno più basse del livello dell'uscita dell'acqua, nella stessa maniera appunto, che succede ne' laghi. Ma non essendo le acque perenni, può darsi il caso, che siano sì bassi gl' impedimenti da superare, ch'ogni poca altezza d'acqua basti per iscaricarne una parte, e cessando l'afflusso (siasi, o per siccità, o per altro) cessi il corso fuori dello stagno, e l'acqua impedita resti trattenuta, sintantochè il Sole, o il vento la consumi in vapori; o pure ch'essa da se medesima s'imbeva ne' pori della terra.

Quindi è, che per esiccare gli stagni, e le paludi (a), mezzi proporzionati sono, o la diversione dell'acque, che le fomentano, e mantengono; o la rimozione degl' impedimenti, che le sostentano ad un' altezza non necessaria: che vuol dire, l'escavazione d'emissarj, e canali proporzionati; ovvero in ultimo luogo, quando ogni altro mezzo si riconosca frustraneo, la immissione di acque torbide, che elevino il fondo della palude, uguagliando con ciò le concavità, che servono di ricettacolo all'acque stagnanti. L'elezione dell'uno, o dell'altro di questi mezzi, dipende dalla considerazione di tutte le circostanze; poichè, se vi sarà luogo a proposito per divertire, o regolare le acque, che hanno il loro sfogo nelle paludi; sarà consiglio è di praticar questo mezzo, qualunque volta però il fondo di esse sia tant'alto, quanto basta per tramandare al suo termine le acque, che sopra vi pioveranno.

Ma, se avendo il fondo della palude questa ultima condizione, sarà effetto de' soli ostacoli la stagnazione, e la elevazione dell'acque; in tal caso basta, colla rimozione degl' impedimenti, dare sfogo proporzionato all'acqua ristagnata, e portarla per canali manufatti a qualche termine reale; ed occorrendo, scavarne degli altri per mezzo della palude, che servano a dar passaggio all'acque, che dentro vi mettono, o che devono uscirne: e finalmente, se il fondo della palude non avrà la caduta necessaria al suo scarico, è d'uopo di procurargliela con l'arte, elevandone con l'acque torbide il fondo, il quale ridotto, che sia ad un'altezza sufficiente, bisogna poi praticare uno de' due mezzi suddetti; senza di che mai non si arriva ad una perfetta esiccazione.

Giacchè siamo entrati a discorrere delle paludi, non sarà che bene, per fine di questo capitolo, di avvertire una considerazione assai ne-

(a) Tutto ciò, che accenna l'Autore in ordine all'esiccazione delle campagne inondate in questo, e nel seguente §. viene da lui trattato più di proposito nel capo 13., e parte nel capo 12. di quest' opera.

neceſſaria alla materia, di cui ſi tratta. Alcuni hanno creduto, che le paludi ſiano un' errore della natura; e che perciò biſogni ſempre cercare di correggerlo. Io però le ſtimo in molti caſi, non ſo, ſe mi dica, o una neceſſità, o un' artificio della natura medeſima, la quale ſomminiſtra agli uomini il comodo di tenere aſciugate campagne vaſtiſſime, col ſottometterne all' inondazione una picciola parte; poichè, prima egli è evidente, che molte terre ſono così poco alte ſopra il termine, il quale dee dar loro lo ſcolo, che ſe l' acque, anco ſcolatizie, doveſſero unirſi in un' alveo ſolo, continuato ſino al termine predetto, dovrebbero avervi altezza tale, che manterrebbe pantanoſo tutto il terreno vicino, coſa che non ſuccede, quando l' acque eſcono preſto da' loro condotti, e trovano un' eſpanſione, e profondità conſiderabile, dove trattenerſi per qualche tempo, e ſino all' eſtate, che può in gran parte conſumarle; quindi è, che ſi trovano molti ſtagni, che non hanno eſito alcuno, e fervono ne' tempi piovoſi, come di picciolo mare, a dare ricetto alle acque delle campagne contigue. (2) Molti fiumi ſcorrono per campagne, e danno ricetto agli ſcoli delle medeſime; perchè, entrando nelle paludi, mantengono il loro fondo più baſſo, che non ſarebbero, interrito che foſſe il fondo delle medeſime. Sia A B (*Fig.* 38. *Tav.* X.) il fondo ſtabilito di un fiume, influente in una palude, di cui la ſuperficie orizzontale ſia B C, e che, uſcendo dalla medeſima, ſcorra per lo fondo C D parallelo ad A B; e ſia E F il piano della campagna ſuperiore alla palude: ciò poſto, egli è evidente, che la campagna E F può avere ſcolo, sì nel fiume A B, sì anche, e molto meglio, ſopra il pelo della palude B C; ma interrita, che queſta ſia, egli è certo, per le coſe dette di ſopra, che il fondo A B ſi eleverà in G C, per mantenere la caduta proporzionata al ſuo corpo d' acqua; e perciò non potranno le campagne avere più lo ſcolo, nè nel fiume, nè nella palude; ma ſolo nella parte inferiore C D, il che può eſſere impedito per più cauſe, cioè. o per l' unione di qualche altro fiume; o pure perchè s' incontri la ſpiaggia del mare, che ſuol' eſſere d' impedimento allo sbocco de' piccioli condotti; e perciò, non potendo l' acque piovane avere più ricetto, biſognerà, che reſtino a coprire le campagne, dalle quali prima derivavano, il che maggiormente accaderà a que' ſiti, che neceſſariamente deono avere lo ſcolo nella parte del fiume, ſuperiore al punto C. Caſi ſimili, derivati dal prolungamento degli alvei dentro le paludi, ſi vedono frequenti nel noſtro territorio di Bologna, nel Ferrareſe, e nella Romagna; perchè eſſendo le campagne diſpoſte, a ſcolarſi ſopra il pelo baſſo dell' antica Paduſa, ch' era orizzontale a quello del mare; ed eſſendoſi queſta diviſa in più parti, ed alzata di fondo, e di pelo, per le alluvioni (*a*);

ni (*a*); si vedono quasi tutti i fiumi obbligati a scorrervi dentro, così alzati di letto, che restano superiori di molto al piano delle campagne negando con ciò lo scolo a' terreni; anzi inondandoli, ed ampliando ogni dì maggiormente le paludi, in vece di renderle fertili, come sembra, che dovrebbe succedere dopo gli interrimenti, a chi non è capace di considerare, a quale altezza dovrebbero questi elevarsi, per potere scolarsi dentro gli alvei de' fiumi vicini; mentre per l' impedimento degli altri fiumi inferiori, non ponno avere la strada aperta al mare per cavi separati. Questa è la ragione, per la quale non sempre sono utili le bonificazioni per alluvione: bensì quelle per efficcazione, particolarmente quando si fanno per via di diversione di acque copiose, e per rimozione degli ostacoli, che fanno stagnanti le acque; essendo per altro (fuorchè ne' casi, ne' quali le terre hanno pochissima pendenza al termine dello scolo) insensibile l' effetto del prolungamento de' cavi manufatti, particolarmente quando questi si mantengono espurgati, ed escavati alla dovuta profondità.

CAPITOLO SETTIMO.

De' moti, che s' osservano nell' acque de' fiumi in diverse circostanze.

Abbiamo toccate, in più luoghi di questo trattato, molte particolarità concernenti al movimento dell' acqua, dentro gli alvei de' fiumi, secondo che ha portato l' occasione, e la materia; ma perchè ve ne restano molte altre, che meritano, e di essere avvertite, e di essere risolute nelle loro cause; perciò ci daremo a considerarle separatamente in questo Capitolo, passando dall' una all' altra, coll' ordine medesimo, che porta il progresso d' un fiume, dal suo principio al suo fine.

Per intraprendere dunque questa ricerca, immaginiamoci una fonte, che dia il primo alimento ad un fiume, somministrandogli, per esempio, in un secondo di tempo, cento determinate parti di acqua, le quali, per uscire dalla vasca del fonte, siano obbligate a passare per la sezione d' un canale, la quale sia tanto angusta, che, attesa la velocità, la quale ponno avere in essa le parti dell' acqua nell' uscirne, non per-

(*a*) L' antica Padusa, cioè il Pò disarginato, ed espanso per le campagne, con tutta ragione si suppone dall' Autore essere stato col suo pelo basso orizzontale a quello del mare [almeno sensibilmente] dappoichè si vede, che anche il Pò ristretto fra argini, accostandosi agli sbocchi, porta ora per lunghissimi tratti il suo pelo infimo quasi di livello con quello del mare.

permetta il passaggio, che alla metà di esse, nel detto tempo di un secondo. Se ciò è, parimente è necessario, che la metà dell' acqua, che dà il fonte, sia trattenuta nel ricettacolo; e che perciò elevandosi di superficie l' acqua della vasca, cresca egualmente in altezza, dentro la prima sezione, sintantochè questa, o per l' accrescimento dell' area, o della velocità, rendasi capace di scaricare, in un dato tempo, tant' acqua, quanta nel medesimo viene somministrata dalla fonte.

E quì, prima d' inoltrarci maggiormente nella materia, sono da avvertirsi alcune particolarità intorno al modo, con che si dispongano le velocità di una perpendicolare d' una sezione di un fiume, considerandole dentro il complesso delle circostanze, che ordinariamente loro avvengono: perchè spiegato, che ciò sia, darà gran lume a quello, che siamo per dir da quì avanti. E prima è da considerarsi, che trovandosi l' acqua trattenuta, come si è detto, per metà, *l' altezza dell' acqua nella prima sezione* d' un canale orizzontale (che per ora suppongo annesso all' incile della vasca) *non crescerà il doppio, a cagione del doversi* per essa *scaricare acqua duplicata; ma molto meno:* e la ragione si è, perchè non solo la sezione diventa più grande, ma anco più veloce; essendo che nel crescere l' acqua in altezza, aggiunge qualche grado di velocità alle parti inferiori; e conseguentemente la velocità media riesce maggiore nel secondo caso, che nel primo; ond' è, che ad effetto di pareggiare l' entrata con l' uscita, non vi è necessario di doppia altezza nell' acqua. Noi abbiamo dimostrato in altri luoghi, che *supposto, che A B sia l' altezza dell' acqua* (*Fig. 39. Tav. XI.*) che esce dal fonte, *le velocità saranno disposte nella parabola B A C* (*a*); ed è certo, *che trovandosi una velocità media fra le maggiori, e le minori*, come D E, *non si va-*

(*a*) Ciò è accidente, perchè appunto nella parabola le ordinate B C, D E, e tutte le altre sono, per la proprietà essenziale di questa curva, nella ragione dimezzata dell' ascisse A B, A D, che sono le altezze dell' acqua sopra ciascuna delle parti di una medesima perpendicolare, cioè [secondo le cose dette nel capo primo annotazione 4. c. 141.] in ragione delle velocità delle dette parti. Il parametro di questa parabola è arbitrario, e per conseguente le misure assolute delle velocità espresse per B C, D E sono indeterminate, nè mostrano le velocità assolute, ma solamente le respettive, o sia la proporzione delle velocità, che è quella degli spazi scorsi da ciascuna parte dell' acqua in un medesimo tempo, qualunque egli sia. Se si volesse prender' un tempo determinato v. g. un minuto d' ora, e per esperienza fosse noto in qualche misura, come d' once, di piedi &c. lo spazio B C, che in tal tempo può descrivere una particella d' acqua colla velocità della pressione corrispondente all' altezza A B, nota anch' essa nelle medesime misure [tali sperienze per le cose altre volte dette non si dovrebbero fare nelle sponde de' vasi, ma si vorrebbe trovar modo di farle nelle stesse sezioni de' fiumi orizzontali] allora il parametro della parabola sarebbe la terza proporzionale dopo le due A B, B C, e tutte le ordinate esprimerebbero gli spazj corrispondenti alle velocità sotto l' altezza A D per lo stesso tempo d' un minuto, cioè le velocità assolute delle diverse parti dell' acqua.

si varierebbe l'altezza dell'acqua; perchè tanto sfogo avrebbero tutte le velocità, dovute a' punti di A B, essendo ognuna eguale a D E, quanto ne hanno le medesime; ma diseguali B C, D E &c. come porta la natura della parabola B A C.

Per la stessa ragione *non si varierebbe l'altezza, se scemandosi la velocità dell'acqua in un punto d'una perpendicolare, s'accrescesse egualmente, in un'altro punto della medesima*; come per esempio, se le velocità fra D, e B, fossero impedite, (*Fig. 40. Tav. XI.*) dimanierachè tutta la parte levata da esse, alla residua, stesse come la figura E G C, alla D E G C B; e l'una, e l'altra, prese insieme componessero la somma delle velocità, non impedite; ma per lo contrario le velocità fra A, e D fossero, per qualsisia causa, accresciute, e l'accrescimento fosse la figura A F E, eguale alla E G C; è ancora manifesto, che essendo la somma delle velocità contenute nella figura B A F E G C, eguale alla somma delle velocità della parabola B A C, manterrebbesi l'altezza medesima A B: e generalmente, *quando la velocità media non resti alterata, qualunque siasi la ineguailità delle velocità* maggiori, e minori, *è impossibile, che l'altezza dell'acqua si varj*. Ma *quando le velocità in alcuni punti della perpendicolare A B si sminuissero; e negli altri, o di niuna sorte, o non quanto basta, si accrescessero: cioè a dire, ogni volta, che la velocità media si diminuisse, converrebbe, che l'altezza della sezione*, della quale si suppone invariata la larghezza, *si facesse maggiore*. (a)

Come per esempio, se le velocità della perpendicolare A B fossero sminuite da D in B, quanto è il valore della figura E F C, e fra A, e D non fossero mutate di sorte alcuna, (*Fig. 41. Tav. XI.*) non potrebbe mantenersi l'altezza A B; ma bisognerebbe, che l'acqua si elevasse in H, tanto che tra le velocità di A H aggiunte di nuovo, contenute nella figura A H I, e gli accrescimenti fatti, per tale alzamento.

(a) E' manifesto, che diminuita la velocità media d'una sezione d'un fiume orizzontale, tutte le altre più vicine all'origine, e la stessa vasca, onde l'acqua si somministrerebbe al fiume, dovrebbero crescer d'altezza fino a che per le sezioni così rialzate potesse passare la stessa quantità d'acqua di prima. Quanto poi alle altre sezioni susseguenti dopo quella, a cui fosse apposto l'impedimento, dovrebbe ciascuna di esse (posto, che non si incontrassero inferiormente nuovi impedimenti) serbare l'altezza primiera, appunto come succederebbe se quella sezione, a cui l'impedimento è adattato, fosse più angusta delle altre, che seguono, andando verso lo sbocco. Solamente nello scender dell'acqua dalla parte superiore impedita, all'inferiore non impedita, si farebbe una cascata d'acqua, ma di sotto a questa, equilibrandosi di nuovo l'acqua sopra il fondo orizzontale, ripiglierebbe il suo corso, portando la superficie, o inclinata, o orizzontale che fosse nella positura di prima. Quale poi dovesse essere la linea curva rappresentante le velocità delle diverse parti d'una sezione, o sia d'una perpendicolare di essa nelle sezioni impedite, dipenderebbe dalla qualità, e dalla situazione degli impedimenti.

to, alle velocità di A D, contenuti nella figura A I E, si facesse l' accrescimento A H I E eguale al difetto E F C. Tralascio qui di considerare l' aumento delle velocità in D E; poichè, messo egli a conto, non fa altro, che rendere un poco minore l'altezza A H, e la figura A H I E, la quale dovrà essere sempre eguale alla E F C, ristretta a minor mole: tutto ciò si dee intendere, non solo ne' casi, ne' quali le velocità terminano alla circonferenza di una parabola intera; ma ancora in quelli, ne' quali le velocità di una perpendicolare sono terminate, di sua natura, dall' arco d' un segmento parabolico (*a*). Da ciò

(*a*) Può questo caso aver luogo anco ne' fiumi orizzontali, quando la superficie sia affetta di qualche grado di velocità dipendente, o da discesa precedentemente fatta, o pure da una semplice pressione, che le abbia comunicata la velocità predetta, come nel caso, che il fiume non isgorgasse, come è solito, dal labbro aperto della vasca, onde ha origine, ma da una luce sommersa sott' acqua nella sponda di essa, come si è detto nell' annotazione 3. del capo 5.c.302. Ma il caso più frequente è ne' fiumi inclinati, mentre in questi dipendendo le velocità dalla discesa, se A B [*Fig. 66. Tav. XVII.*] sarà il livello dell' acqua nel ricettacolo, onde ha origine il canale C E D, la cui superficie corrente sia M K F N, prolungata la perpendicolare E F, che è l' altezza dell' acqua in una delle sue sezioni, fino al detto orizzonte in B, e descritta coll' asse B E, e col vertice B una parabola B I G, tirando per F l' applicata F I, sarà l' arco parabolico I G quello, a cui termineranno le velocità di tutti i punti della perpendicolare E F, purchè le dette velocità non siano state scemate dagl' impedimenti. Ove è da avvertire, che si potrebbe eziandio ne' fiumi inclinati considerare le sezioni perpendicolari non già al fondo, come le considera il nostro Autore, ma all' orizzonte come il P. Ab. Grandi nel suo trattato del movimento delle acque. Come se dal punto del fondo E si alzasse la linea verticale E K, e si prolungasse fino al detto orizzonte in P, e quindi sopra P E come asse, si descrivesse col vertice P una parabola, anche in questa l' arco, che resterebbe compreso fra le ordinate al detto asse tirate per li punti E del fondo, e K della superficie, sarebbe il termine, o come suol dirsi la scala delle velocità di ciascuna parte dell' acqua fra E, e K.

Per applicare dunque al caso de' segmenti parabolici ciò, che l' Autore ha poc' anzi detto delle parabole intere, se supporremo, che giunto il fiume inclinato C M F E alla sezione E F, le velocità tra E, ed F venissero ritardate, talchè più non terminassero all' arco parabolico G I, ma a cagione d' esempio alla curva S T, certo è, che non potendo tutta l' acqua del fiume smaltirsi sotto l' altezza E F, converrebbe, che si alzasse come fino in R, per modo, che le velocità, che in tali circostanze potrebbe concepire quella sezione fra i punti F & R, terminassero anch' esse ad una curva S Q, la quale insieme coll' altra S T chiudesse lo spazio S Q R F eguale al difetto S T G I dal trapezio parabolico F I G E, onde lo spazio totale R Q T E uguagliasse lo spazio E G I F, se pure al crescer dell' altezza della sezione non si facessero alquanto maggiori anco le velocità tra F, & E; nel qual supposto la curva S T si cangerebbe, accostandosi alquanto più ad I G, e l' alzamento F R riuscirebbe un poco minore, cangiandosi però eziandio qualche poco l' altra porzione di curva Q S, e ciò non potrebbe succedere, se non quando ad uguagliare il difetto S T G I si richiedesse maggior' altezza di quella, che può bastare a produrre colla sua pressione tra F, & E una velocità media eguale alla media fra tutte le comprese nello spazio F S T E, secondo le cose stabilite nel capo 4. Intorno alla natura della curva Q S T vedi più sotto all' annotazione 10. di questo capo.

ciò rendesi manifesto, che non mutandosi la quantità dell' acqua somministrata dal fonte, sempre le somme delle velocità saranno eguali fra loro, dovendo sempre equivalere alla parabola A B C (*a*); ma le altezze potranno essere disuguali, se si varierà la velocità media di tutta la sezione; e perciò, come si è dimostrato ***nel primo libro della misura dell' acque***, le quantità delle acque sono proporzionali alle somme delle velocità di tutta la sezione; e parimente sono in proporzione, composta di quelle delle sezioni, e delle velocità medie delle sezioni medesime; e ciò è vero, o sia impedita, o nò la velocità dell' acqua.

Per accostarsi più da vicino a ciò, che abbiamo in animo di spiegare, (*Fig.* 42. *Tav. XI.*) intendasi correre l' acqua con le velocità della parabola B A C; e suppongasi, che per lo sfregamento del fondo l' acqua sia impedita; e sebbene abbia un' altezza, che possa produrre tutta la velocità B C; nondimeno, detratta la forza degl' impedimenti, non produca, che la B D; e così restino sminuite tutte le velocità superiori, ma sempre meno, dimanierachè le velocità così impedite terminino alla curva A E D: egli è ben' evidente, che essendo levata dalla parabola la parte A E D C, non potrà, coll' altezza A B, avere l' acqua tutto lo sfogo, che l' è necessario; ma bisognerà, che si elevi, v. g. in N; imprimendo dunque con tale accrescimento di altezza, maggiore velocità a tutte le parti dell' acqua sottoposte; accrescerà la B D, v. g. in P; e tutte le altre proporzionalmente, in maniera che, coll' elevarsi, che farà successivamente l' acqua, e coll' accrescersi nel medesimo tempo le velocità dell' acqua inferiore; alzata che sia l' acqua in N, si sia fatto l' accrescimento A N O, eguale al difetto P O C; sarà dunque la linea N O P quella, che regolerà le velocità impedite della perpendicolare N B, e che più, o meno, varierà dalla natura della parabola, secondo che maggiori, o minori saranno gl' impedimenti del fondo.

Di nuovo (*b*), mettendo a conto quello, che può nascere dalla visco-

(*a*) Cioè a dire dovendo sempre equivalere ad uno spazio costante, o sia questo espresso per una parabola, o per un segmento parabolico nel modo ora spiegato; e la necessità di tale equivalenza è manifesta, perciocchè le somme, o i complessi delle velocità debbono sempre rappresentare una stessa costante quantità d' acqua, cioè quella, che il fiume scarica in un medesimo tempo per ciascuna delle sue sezioni.

(*b*) L' altezza N B della figura 43. a cui questo passo si riferisce si vuole intendere eguale all' altezza N B della 42. [benchè ciò nelle figure sia male espresso] corrispondendosi fra loro nell' una, e nell' altra i punti N, N, come pure i punti B, B, e la curva N O P dee parimente essere la medesima nell' una, e nell' altra; perciocchè l' intendimento dell' Autore è dimostrare come le velocità, che senza gl' impedimenti avrebbe l' acqua cor-

viſcoſità dell'acqua; perchè, a cagione di queſta, le parti più veloci aggiungono della velocità alle meno veloci, perdendone eſſe altrettanta; ne ſegue, che le parti più veloci, v. g. X Y, reſteranno veloci, come X Z, (*Fig.* 43. *Tav. XI.*) e che ſi toglierà la conveſſità della linea N O P, la quale perciò nella parte ſuperiore O V ſarà ſenſibilmente una linea retta, che eſprimerà la velocità, che riceve l'acqua comunicatale dalle parti inferiori più veloci; e molte volte acquiſtata dall'acceleramento per la diſceſa, come ſi è detto *nel cap.* 4. Tale traſformazione di linea dee ſuccedere dimaniera, che la figura N V Z S B ſia eguale alla N Y P B; e conſeguentemente alla parabola B A C; ma non ſi dee mutare l'altezza N B; poſciachè quella cauſa medeſima, che aggiunge velocità ad una parte, altrettanta ne toglie ad un'altra. Ecco adunque in qual maniera gl'impedimenti, e le circoſtanze alterano la linea regolatrice delle velocità, che preſcindendo da ogni impedimento, e ſupponendo una perfetta fluidità nell'acqua, dovrebbe eſſere parabolica; o un ſegmento della medeſima, quando vi abbia luogo l'accelerazione della diſceſa per lo pendio dell'alveo.

Tre adunque *ſono i caſi, ſecondo i quali ſi regolano le velocità delle acque correnti*. Il primo è *quando il fondo del canale è orizzontale* (*a*); ed in queſto caſo *la linea regolatrice*, parlando teoricamente, *dovrebbe eſſere perfettamente parabolica*; e praticamente, la figura, che forma la ſomma delle velocità, ſarà ſempre eguale ad una ſemiparabola, ed avrà l'aſſe tanto maggiore, quanto le reſiſtenze del fondo, e delle ſponde ſaranno maggiori (*b*); con queſta regola, che le predette linee regolatrici, s'accoſtino ſempre più alla natura della parabola, quanto mino-

corrente ſotto l'altezza A B della fig. 42. e che vengono rappreſentate per la parabola A B C, trovandoſi raffrenate dagli impedimenti, i quali di loro natura ſarebbero atti a ridurre la ſcala delle velocità al ſolo ſpazio A E D, ſi riſtorino mercè l'alzamento A N, che dovrà ſeguire di quella ſezione, talmente che ſe non foſſe l'aderenza delle parti dell'acqua, le velocità verrebbero a terminare alla curva N O P, e a comprendere lo ſpazio N O P B eguale alla parabola A B C, ma atteſa la detta aderenza vengono obbligate (ſenza cangiar punto l'altezza acquiſtata N B) a ridurſi alla curva V O S della fig. 43. eguale anch'eſſa alla detta parabola, o ſia allo ſpazio N O P B dell'una, e dell'altra figura, e con ciò a toglier in parte la conveſſità della curva N O P, a cui ſenza la predetta viſcoſità ſi ſarebbero ridotte.

(*a*) Conviene riſtrignere queſta aſſerzione a' ſoli caſi di que' canali, che nelle annotazioni del capo 5. abbiamo chiamati perfettamente orizzontali, cioè ne' quali la ſuperficie è veramente ſenza alcun moto, potendo darſi, che ſuppoſto ancora il fondo orizzontale, la ſuperficie corra con notabile velocità, e ciò non meno in caſo, che eſſa ſia parallela al fondo, che eſſendo inclinata, e allora la velocità terminerebbe ad un ſegmento di parabola, come ſi può dedurre da ciò, che, diſtinguendo le diverſe circoſtanze, e poſti ſempre da parte gl'impedimenti, nel detto luogo ſi è moſtrato.

(*b*) Cioè a dire ſarà ſempre eguale a quella ſemiparabola, che avrebbe per aſſe l'altezza ſotto cui potrebbe paſſare tutta l'acqua per quella ſezione ſe punto non foſſe impedita, la qual' altezza ſempre è mi-

nori sono gl' impedimenti; Quindi è, che *se le* predette *resistenze* saranno disuguali, *e maggiori nel principio, minori nel fine dell' alveo; dovrà andarsi diminuendo l' altezza dell' acqua*, la cui superficie, perciò, sarà inclinata dalla parte del corso (*a*): ma *se le* medesime *resistenze continuassero sempre d' una maniera uniforme, sarebbe necessario, che l' altezze dell' acqua sopra il fondo del canale, fossero per tutto eguali, supposta eguale la larghezza di tutte le sezioni* (*b*); e per conseguenza, che la superficie dell' acqua fosse parallela al fondo, ed anch' essa orizzontale.

Il secondo caso è, *quando il canale si trova inclinato, e dimaniera, che correndo l' acqua per esso, acquisti velocità maggiore, tanto in superficie, che nel fondo*; ed allora *la somma delle velocità*, parlando pure teoricamente, *sarà un segmento parabolico, tagliato da una parabola, il cui asse sia la perpendicolare della sezione, prolungata fino all' orizzontale del principio dell' alveo*: ma *mettendo a conto le resistenze*, (*c*) secondo la diversa

minore di quella, per cui vi passa essendo impedita, e l' asse di tal figura, cioè l' altezza dell' acqua sarà tanto maggiore, quanto maggiori saranno le resistenze. Da ciò segue, che quando la figura predetta delle velocità fosse anch' essa esquisitamente un' altra semiparabola, il parametro di essa sempre sarebbe minore di quello della parabola, a cui terminerebbero le velocità libere; non potendo due parabole, che abbiano l' asse sulla medesima retta, e la base parimente sopra un' altra retta comune, esser' eguali fra loro, se non si tagliano, nè potendo tagliarsi, se quella, il cui vertice è più lontano dalla base, non è meno ampia, cioè a dire di minor parametro dell' altra.

(*a*) Questo si dee verificare, se non erro, in ogni caso possibile di fiumi con fondo orizzontale, o abbiano essi la superficie in tutto, o in parte orizzontale inclinata, e qualunque sia la positura dell' orizzonte dell' alveo, cioè o sia questo più alto, o più basso del pelo del recipiente, anzi può servir di regola generale eziandio per li fiumi di fondo inclinato, purchè tutto steso in un piano, e con larghezza uniforme. Imperocchè gl' impedimenti di qualunque natura si suppongano, e qualsisia la cagione, da cui dipendono, sempre equivagliono, in ordine all' effetto, che ponno produrre nel corso dell' acqua, a diminuzione di larghezza nelle sezioni impedite; e però, siccome un fiume, le cui sezioni fossero di mano in mano più larghe andando verso lo sbocco, porterebbe il pelo d' acqua di mano in mano più basso, cioè a dire inclinato a seconda del corso, così pure dovrà egli fare, ove, essendo le larghezze eguali, ritrovi gl' impedimenti gradatamente minori.

(*b*) In questa asserzione stimo, che l' Autore intenda di comprendere solamente que' fiumi, che hanno non pure il fondo, ma eziandio la superficie orizzontale, i quali si è veduto nel capo 5. esser possibili in natura, e de' quali soli ha egli dimostrato le proprietà nel suo libro della misura delle acque correnti. In questi dee esser vero, che le resistenze, o sia gl' impedimenti sempre continuati d' una maniera uniforme, non sarebbero, che la superficie divenisse mai altro, che orizzontale; ma ove si trattasse di alvei orizzontali con superficie inclinata [casi anch' essi possibili, come ivi si è mostrato] non veggo, che l' egualità, o uniformità degl' impedimenti dovesse necessariamente produrre questo effetto di togliere alla superficie ogni pendenza, e renderla orizzontale.

(*c*) Parla quì l' Autore de' canali inclinati, nel qual caso già si è detto, che la scala delle velocità di sua natura dovrebb' essere un segmento parabolico E G I F [*Fig. 66. Tav. XVII.*] Se dunque supporremo, che un tal canale incontri delle resistenze, che ne scemino le velocità, e ne facciano alzare la superficie F a cagion d' esem-

versa attività di queste, acquisterà diversa natura; e *bisognerà sempre, che le linee delle velocità* d' una perpendicolare, *formino una figura eguale al detto segmento*; quando poi le resistenze continuassero sempre le medesime, allora, o il canale sarà ridotto all' equabilità, o no: se l' acqua del canale sarà resa equabile, continuerà anche la medesima altezza dell' acqua; la cui superficie perciò sarà parallela al fondo; ma se

sempio fino in R, onde le velocità attuali della sezione E R (le quali velocità rispetto alla parte inferiore F E vogliono supporre non punto accresciute per l' alzamento F R [terminino alla scala Q S T, sarà questa la curva, di cui intende parlare in questo luogo l' Autore, e di cui dice, che acquisterà diversa natura secondo la diversa attività delle resistenze, senza determinar' altro intorno ad essa.

L' Ermanno nel libro 2. della Foronomia al §. 420. mettendo a conto que' soli impedimenti, che l' acqua riceve dalle asprezze uniformi del fondo, e delle sponde in quella sola sezione, di cui si tratta [senza aver riguardo alle diminuzioni di velocità già seguite per l' incontro di altri eguali, o talvolta maggiori ostacoli nelle sezioni superiori] e prendendo per ipotesi, che ciascuna delle dette due cagioni operi in ogni parte dell' acqua con resistenze, che siano in ragione delle velocità attuali di esse parti, ricerca la natura della curva, o scala delle velocità T S Q, e trova di bel nuovo una parabola, ma il cui asse non è sulla retta E B, ma sopra una parallela ad essa, più vicina all' origine del fiume, e il vertice resta superiore al livello dell' origine A B. Ma l' incertezza, che egli medesimo confessa di tale ipotesi, e il non aver' egli considerato poter' essere la velocità già scemata nel tratto superiore della discesa, fanno, che in pratica non possa il suo metodo essere di alcun uso.

Parmi dunque, che più s' accosti al giusto la dottrina del Padre Abate Grandi, il quale nella proposizione 30. del libro 2. del Movimento delle acque, figurando un' orizzontale come V L tanto più bassa del livello dell' origine del fiume A B quanto richiede la diminuzione della velocità della superficie R da quella, che senza gl' impedimenti avrebbe acquistata per la sua discesa totale da A B fino in R, vuole, che il predetto orizzonte V L, che egli chiama *origine equivalente del fiume*, dia regola alle velocità di tutti gli altri punti della sezione, facendole terminar di nuovo ad una parabola, il cui asse coincida colla perpendicolare della sezione, e il vertice sia nel detto orizzonte dell' origine equivalente. E però se le sezioni si prenderanno, come il Sig. Guglielmini le prende, perpendicolari al fondo [perocchè il Padre Grandi suol farle perpendicolari all' orizzonte] sarà la curva T S Q un' arco di parabola, il cui asse sarà nella retta E R, e il vertice in V, e questa parabola sarà, secondo che egli suppone, la medesima, che la B I G, la quale rappresenterebbe le velocità intere della discesa senza gl' impedimenti, riuscendone solamente diversa di posizione.

Seguendo questa ipotesi, se supporremo nota la linea B R, che determina la distanza della superficie della sezione dall' orizzonte dell' origine reale del fiume B, e se in oltre ci sarà nota con qualche artificio la velocità attuale della detta superficie in R, cioè lo spazio, che colla detta velocità si può scorrere in un tempo dato, come d' un minuto, per trovare il punto V dell' origine equivalente, si tirerà R Q perpendicolare ad E R, ed eguale al detto spazio, e si descriverà col vertice B la parabola B I G di tal parametro, che le sue applicate, come E G, sieno eguali agli spazj, che corrispondono in un minuto di tempo alla velocità dell' acqua, che esce da un vaso sotto le altezze dell' ascisse B E: Quindi tirando per Q la retta Q Z parallela ad R B, la quale incontri la parabola B I G in Z, e per Z la Z H ordinata all' asse B R, e per fine prendendo di sopra ad R la retta R V eguale ad H B; sarà il punto V l' origine equivalente del fiume, e da esso, come vertice, si descriverà all' asse V E col medesimo parametro di prima la parabola V Q

se potrà ancora accelerarsi, scemerà a poco a poco l' altezza dell' acqua medesima, fino al termine dell' acceleramento.

Il terzo caso, ch' è il più frequente, e tanto, che ne' fiumi rassettati di corso, può quasi dirsi universale, si ha, quando, benchè il fiume sia qualche poco declive, ha però tale altezza viva, che può dare la velocità alle parti inferiori dell' acqua; ma le superiori, scorrendo al basso per una linea declive, egualmente, che il fondo dell' alveo, si vanno qualche poco accelerando; dimanierachè le velocità, parte sono dovute alla pressione delle superiori, parte all' accelerazione; e quì è evi-

---

VQST, il cui segmento RQTE esprimerà le velocità attuali dell' acqua fra R, & E, e sarà eguale al segmento delle velocità intere IFEG. La medesima costruzione si può adattare a' fiumi orizzontali, ne' quali la superficie corra con qualche considerabile velocità originata da antecedente discesa, o pressione, e si supponga ritardata da impedimenti incontrati. Ma per la pratica senza cercare l' origine reale B del fiume, basterà sapere, mediante sperienze ben certe, quanta sia l' altezza dell' acqua, che risponde allo spazio RQ dovuto alla velocità della superficie del fiume, la quale velocità si suppone osservata, e tanta sarà la retta RV, che determinerà il punto V vertice della parabola da descriversi per lo punto Q intorno all' asse VE.

In questo discorso si pretende per supposto, che le velocità di quella sezione, di cui si tratta, ancorchè impedita, e rialzata di superficie, debbano necessariamente essere in tal guisa distribuite in ciascuna parte dell' acqua, che terminino ad un' arco di parabola, e della medesima parabola, a cui terminerebbero nelle sezioni libere, del che eziandio pare si possa dubitare, potendo gl' impedimenti essere per avventura così ineguali, e così inegualmente applicati alle diverse parti di una stessa perpendicolare, che la scala delle velocità non debba serbare una tal figura. Ciò non ostante la sostituzione, che si fa d' un' origine equivalente in luogo della reale, corrispondendo in qualche modo alla diminuzione della velocità della superficie, cagionata da tutte le resistenze superiori, parmi ben pensata, e per altro, ove nella sezione non concorresse altro impedimento, che quello de' soffregamenti, stimerei, che ciò non dovesse alterare di molto la figura parabolica della scala delle velocità, se non nelle parti più vicine al fondo, e nelle perpendicolari della sezione, che sono accanto le sponde.

Maggior difficultà parmi, che sia in un' altro supposto, che pur convien fare, cioè, che data la velocità della superficie R per l' osservazione, si possa sapere la discesa VR dall' origine equivalente V, a cui tal velocità corrisponde, non potendosi, come più volte abbiamo avvertito, affidare in ciò nè della tavola data dal Sig. Guglielmini, nè d' alcun' altra sperienza fatta ne' vasi, per le ragioni dedotte nel capo primo, e nel quarto; e perciò se al fiume, o canale, di cui si tratta, fosse possibile adattare un regolatore, sarebbe questo il miglior modo per accertarsene, mentre calando la cateratta fino alquanto sotto il punto della superficie R, l' acqua si dovrebbe elevare dalla parte superiore alla cateratta, appoggiandosi ad essa; e allora rialzando questa di nuovo a poco a poco, e fermandola in sito, che colla parte di sotto rispondesse al punto R della primiera superficie, dovrebbe ciò non ostante l' acqua trattenuta restare alquanto alta sopra il detto punto R, e ridotta, che fosse allo stato di permanenza dovrebbe precisamente equilibrarsi nelle ipotesi dell' Autore all' orizzonte LV, e segnare colla sua superficie nella cateratta il punto V, cioè l' origine equivalente del fiume, e il vertice della parabola VQST, rappresentante le velocità della sezione RE secondo il discorso predetto.

è evidente, che, *supposta A B l' altezza dell' acqua* (a), *e D il termine delle velocità terminanti alla Parabola* EC, dimodochè DE sia la medesima (*Fig. 44. Tav. XI.*), o si consideri fatta dall' accelerazione, o dalla pressione; *le velocità tra D, e B termineranno al segmento* EC; *e le altre tra A, e D termineranno ad un' altro segmento pure parabolico* FE; ma considerando gli effetti delle resistenze &c. a due segmenti delle linee di sopra enunciate; siccome adunque in questo caso la somma delle velocità sarebbe la figura BAFEC, così, togliendosi l' effetto dell' accelerazione, cioè AFE, bisognerà, che l' altezza AB si faccia maggiore quel tanto, che basta a compire una parabola intera, eguale alla predetta figura; il quale accrescimento però sarà insensibile, perchè con la nuova altezza, aggiungendosi velocità a tutte le parti dell' acqua, la parabola si renderà più ampia, ed in gran parte supplirà con l' ampiezza, e nel resto con l' altezza al difetto AFE.

Tut-

(a) A maggior dilucidazione di quanto espone quì l' Autore nel terzo caso, che egli reputa il più comune, anzi ne' fiumi rassettati di corso quasi universale, cioè quando essendo il fiume qualche poco declive, tuttavia le sue sezioni hanno tale altezza viva [acquistata di mano in mano coll' alzamento seguito della superficie per gl' impedimenti incontrati nel tratto superiore] che possa imprimere qualche grado di velocità alle parti inferiori dell' acqua delle dette sezioni, ma non così alle superiori, serbando queste solamente quel grado, che loro è restato per la discesa fatta; sia A B quell' altezza, sotto cui in tale stato corre la sezione, e sotto cui seguiterebbe tuttavia a correre, se non le si affacciassero nuovi ostacoli atti a scemarne la velocità, e pongasi, che le parti superiori dell' acqua da A fino in D abbiano ritenuti tali gradi della velocità acquistata per la discesa, che la velocità del punto D sia per l' appunto eguale a quella, che può produrre l' altezza A D. Espressa dunque la velocità del punto D per la retta D E perpendicolare alla A B, se intorno all' asse A B si descriverà per lo punto E la parabola A E C B, siccome la velocità D E vien prodotta dall' altezza A D, così ogni altra velocità de' punti fra D, e B, non potrà esser maggiore di quella, che possa produrre l' altezza della superficie A sopra quel punto, onde tutte le velocità di sotto a D si dovranno riconoscere come effetto della detta altezza, e la scala delle velocità dal punto E in giù, sarà la parabola E C, o poco diversa da essa, come di sopra si è mostrato nel primo caso. Ma quanto alle parti superiori fra A, e D, le velocità delle quali si suppongono dipendere dalla discesa, termineranno queste, per le cose dette nel secondo caso, almeno a un dipresso, ad un segmento parabolico F E, il cui vertice sarà situato in qualche punto dell' asse B A di sopra ad A, e sarà quello, che chiamasi origine equivalente del fiume. Tali dico sarebbero le due curve rappresentanti le velocità delle parti A D, D B, se per un momento s' intendessero durare nel loro stato; ma opponendosi a ciò la resistenza degl' impedimenti, che di bel nuovo si suppone incontrarsi dal fiume in quella sezione, obbligheranno essi l' acqua ad alzarsi: e se la resistenza sarà tale da distruggere del tutto le velocità della discesa [come l' Autore suppone in questo luogo] dovrà l' alzamento A G essere tanto, che la somma delle velocità, le quali in tale stato potrà concepire ciascuna parte dell' acqua nella sezione rialzata, compisca un' intera parabola eguale alla figura A F E C B, come B G K; il quale accrescimento egli chiama tuttavia insensibile, perciocchè per poco che sia, aggiugnendosi velocità a tutte le parti dell' acqua, la parabola B G K sarà più ampia della A E C,

e in

Tutto ciò si è detto, non solo per dimostrare la maniera, colla quale, secondo le diverse circostanze, si dispongono le velocità di una perpendicolare d'un' acqua corrente, nell' uscire da' ricettacoli delle proprie fonti, nel che non è ella sottoposta alla moltiplicità degl' impedimenti, che in altri luoghi fanno perdere l' uso a tutte le regole; ma ancora per far vedere, come possano coerentemente a' nostri principj, spiegarsi l' esperienze, colle quali altri hanno trovate l' acque più veloci in superficie, che nel mezzo, e nel fondo; altri, più veloci nel mezzo, che nel fondo, e nella superficie; ed altri più veloci nel fondo, che in altro luogo; poichè, quantunque quest' ultimo sia più coerente alla natura dell' acque; ponno però essere vere, per accidente, e per l' efficienza degl' impedimenti, e delle circostanze, l' esperienze sopraddette; siccome, per lo più, è vero in fatti, che l' acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi. (*a*)

Uscen-

---

e in gran parte supplirà coll' accrescimento delle velocità, e nel resto coll' altezza al difetto A F E; ma se la resistenza predetta non sarà bastante a distruggere affatto la velocità della discesa delle parti superiori, allora dovrà nella superficie G (*Fig. 67. Tav. XVII.*) della sezione rialzata, e nelle parti vicine ad essa restar tuttavia qualche poco di velocità, onde esprimendo questa per la retta G V, dovrà la G V chiudere la figura curvilinea G V K B eguale alla A F E C B, e la curvatura V K sarà di nuovo composta di due archi parabolici V T, T K, il primo de' quali V T sarà la scala delle velocità della discesa residue nel punto G, e negli altri vicini alla superficie, e questa parabola avrà il vertice in un punto come R, superiore a G, e posto nella medesima retta B G, che sarà per un tale stato l' origine equivalente del fiume, e l' altro arco T K sarà la scala delle altre velocità delle parti inferiori della sezione, e questa avrà il vertice in G; avvertendo solo, che tanto nell' uno, quanto nell' altro supposto l' ineguale distribuzione, e la diversa positura delle resistenze predette non lascerà, che le scale delle velocità serbino esattamente le dette figure paraboliche, come già si disse nelle note antecedenti.

Da ciò si raccoglie, che quando nel proseguimento del corso del fiume la diminuzione delle velocità della discesa è divenuta assai grande, le due parabole V T, T K si potranno riguardare come una sola, la quale abbia il suo vertice, o nel punto della superficie G, o nel punto R, che insensibilmente ne sarà lontano, nè si potrà commettere grave errore scambiando uno per l' altro questi due punti, e riconoscendo tutta la velocità della sezione dalla sola altezza, come si disse nel capo 4.

(*a*) Di molto uso sarebbe nella pratica avere metodi ben sicuri per misurare le velocità di ciascuna parte dell' acqua delle sezioni de' fiumi, perocchè ciò servirebbe o di riprova, o di eccezione alle ipotesi, che or l' una, or l' altra si assumono in ordine ai principj delle dette velocità, e alla distribuzione di esse, o sia nelle diverse perpendicolari d' una medesima sezione, o sia nelle diverse profondità d' una stessa perpendicolare. Il Padre Ab. Grandi nel libro primo *del suo* Trattato del movimento delle acque enumera varj artifizj sopra ciò inventati dagl' Idrometri. Per misurare la velocità della superficie non si può gran fatto errare misurando lo spazio corso in un tempo noto da un galleggiante gettato sopra di essa, purchè egli o niente, o insensibilmente sopravanzi la superficie, onde il vento non vi abbia sopra alcuna presa; ma per tal modo non si può conoscere, altro, che al più la velocità del filone, perocchè simili corpi, ancorchè posti fuori di esso, tosto o tardi vi si riducono, se non quanto alcuna volta distornandose-

Uscendo adunque l'acqua dalla vasca di un fonte per un'emissario competente, troverà il canale, o orizzontale, o inclinato; e l' inclinazione, o sarà tale da permettere maggiore acceleramento a tutte le par-

sene nelle varie direzioni, che egli va prendendo fra le tortuosità del fiume, lasciano dubbiosa anche questa determinazione. Il metodo di raccorre per un dato tempo l' acqua del fiume in un vaso, nel quale entri per un foro or più or meno sommerso sotto la superficie con quello strumento, che propose il fu Sig. Giuseppe Antonio Nadi in occasione delle visite del Pò, e che il Padre Grandi chiama fiasca idrometrica, ove le velocità siano raffrenate (come quasi sempre lo sono) da impedimenti inferiori, lascia un ragionevol dubbio intorno alla sua sussistenza; imperocchè intendendosi di cercare per simili esperienze le velocità attuali dell' acqua, cioè quelle, che hanno le parti di essa in virtù della forza, che le produce, modificata dalle resistenze degli ostacoli, quando all' acqua si presenta il foro, per cui si fa sgorgare liberamente nel vaso, le si toglie ogni ostacolo, e le si lascia concepir di nuovo quella velocità, che le può dare la forza movente (sia la pressione, o la discesa) senza alcuna resistenza. Ad una simile eccezione parmi di poter dubitare, che sia soggetto l' artificio suggerito (per quanto ho letto in un giornale) dal celebre Sig. Pitot nel tomo del 1732. delle Memorie dell' Academia Reale delle Scienze, e consiste, se ben l'ho inteso, nell' osservare quanto si alzi entro il braccio verticale d' un tubo piegato l'acqua del fiume, che vi si fa entrare presentando alla corrente il braccio orizzontale del medesimo tubo, il qual braccio ora più, ora meno sia immerso sotto la superficie di quella sezione; ma non avendo per anco veduto quel tomo delle Memorie debbo sospendere sopra ciò il giudicio.

Rimane il metodo proposto dal nostro Autore nel libro 2. proposizione 9. della Misura delle acque correnti (giacchè a questo si riducono tutti gli altri enumerati dal Padre Ab. Grandi nel suo luogo citato) e consiste nel determinare la deviazione dal perpendicolo cagionata dall' urto dell' acqua corrente nella palla d' un pendolo immerso entro di essa a diverse profondità: questa maniera viene comunemente approvata, comecchè si disconvenga nel modo di dedurre dagli esperimenti le misure rispettive delle velocità, cioè la proporzione, che hanno fra loro le velocità di due diverse parti dell' acqua, nelle quali sia stata osservata la deviazione del pendolo [poichè a tal' uso, e non ad altro fu inventato questo tale artificio, e per quello, che riguarda le velocità assolute, ne parleremo appresso.] Si può vedere quello, che dopo il Sig. Guglielmini nel luogo mentovato ne ha scritto il Sig. Varignon nell' opera postuma sopra il moto, e la misura delle acque correnti, il Sig. Ermanno nella Foronomia, il Sig. di Gravesande nelle Istituzioni della filosofia Neutoniana, e il Padre Ab. Grandi nel libro 2. proposizione 42.. A me sembra, che quando il fiume sia orizzontale, o almeno assai poco inclinato all' orizzonte, onde si possa negligere la sua declività, come insensibile (come quasi sempre succede ne' fiumi naturali nelle pianure) le tangenti delle deviazioni dal perpendicolo, cioè (*Fig. 68. Tav. XVII.*) le rette GI, GH, le quali sono note per la misura osservata degli angoli GEI, GEH trovandosi una volta la palla nella situazione A, e un' altra nella M, debbano stare fra loro, come i quadrati delle velocità dell' acqua nei detti due luoghi.

Imperocchè alzando per lo centro della palla in A la linea verticale AD di lunghezza arbitraria, ed esprimendo per essa il peso rispettivo della palla [cioè quello, che le rimane di peso, quando ella è immersa nell' acqua] e tirando l' orizzontale DC, che concorra col filo EA, da cui la palla è sospesa, nel punto C, e compiendo il rettangolo DB, è noto per li principj meccanici, che la retta DC, o la AB esprimerà la forza con cui l'acqua sostiene la palla nella positura, in cui si è fermata, cioè nell' angolo GEA. Similmente dal centro della palla sostenuta dall' acqua in M alzando

la

ti dell' acqua; o ſolo alle ſuperficiali: ed in ognuno de' caſi, già abbiamo detto, in qual modo ſi debbano diſporre le velocità di una perpendicolare. Queſte velocità, non ſolo prendono la direzione delle ſponde

la verticale M N, eguale alla D A, per poter' eſprimere colla M N lo ſteſſo peſo reſpettivo della palla, e compiendo il rettangolo N T, la retta M T eſprimerà la forza dell' acqua a ſoſtenere la palla in M nell' angolo G E M. Sta dunque la forza dell' acqua in A alla ſua forza in M, come A B ad M T. Ma prendendo per raggio la lunghezza D A, o ſia C B nel ſito A, e parimente la lunghezza M N, ovvero O T [eguale per la coſtruzion a D A] nel ſito M, le linee A E, M T ſono le tangenti degli angoli A C B, M O T, cioè degli angoli di deviazione dal perpendicolo G E A, G E M. Dunque la forza dell' acqua in A ſta alla forza dell' acqua in M, come la tangente dell' angolo G E A alla tangente dell' angolo G E M. Ora le forze, che l' acqua moſſa con diverſe velocità, eſercita ſopra una medeſima palla ſono come i quadrati delle velocità, ſecondo quello, che comunemente ſi ammette da' meccanici, e ſi dimoſtra dal Padre Ab. Grandi nella propoſizione 43. del libro 2. (dovendo in fatti le dette forze eſſere proporzionali ai prodotti delle velocità nelle quantità d' acqua, che percuotono la palla in uno ſteſſo tempo minimo, le quali quantità ſono come le dette velocità.) Dunque le tangenti degli angoli G E A, G E M ſono come i quadrati delle velocità dell' acqua in A, & M.

Nella ſteſſa pratica di queſto metodo danno qualche imbarazzo le direzioni diverſe dell' acqua, che non coſpirano molte volte colla direzione univerſale del fiume, o ſi conſiderino le dette direzioni di traverſo ne' piani paralleli all' alveo, o dell' alto al baſſo ne' piani delle ſezioni, maſſimamente ove ſi trovino delle larghezze, o delle profondità non vive; onde ſpeſſe volte ſi veggono cangiamenti incredibili dell' inclinazione del pendolo in pochiſſima diſtanza de' luoghi, ſpecialmente ove la palla ſia molto immerſa, o pure eſſendo poco immerſa, ove la ſuperficie ondeggi alquanto; nè ſolo ſi trova cangiare come per ſalto l' inclinazione del perpendicolo, ma anco deviar il pendolo del piano dell' iſtromento, che dovrebbe combaciare, quando è rivolto a ſeconda del corſo. Tutto ciò non oſtante, ſi preferiſce comunemente una tal maniera di cercare le velocità riſpettive dell' acque, perchè non ſe ne ſa una migliore.

Quanto alle miſure aſſolute delle velocità trovaſi anneſſo all' opera del Sig. Valliſneri ſopra l' origine delle fontane a carte 213. un metodo del Sig. Corradi per determinarle, medianti le ſteſſe oſſervazioni de' pendoli immerſi nell' acqua. Oſſerva egli, che la forza dell' acqua impellente in qualunque ſituazione M, equivale ad un peſo P, che tiraſſe la palla per direzione orizzontale oppoſta alla direzione dell' acqua T M, il qual peſo ad effetto di mantenere la palla nella declinazione dal perpendicolo G E M, in cui l' acqua la ſoſtiene, dovrebbe per le coſe dette ſtare al peſo, che ha la palla nell' acqua, come la tangente della declinazione G E M al raggio, onde per l' oſſervazione dell' angolo G E M ſarà noto il predetto peſo P. Intendendo dunque un cilindro d' acqua, che ſia del medeſimo peſo trovato P, e che abbia per baſe il cerchio maſſimo della palla, vuole, che l' altezza di queſto cilindro (la quale ſi potrà calcolare, quando ſi abbia noto il peſo d' una tal miſura d' acqua v. g. d' un' oncia cubica ſia quella altezza, la cui preſſione potrebbe produrre quel grado di velocità, con cui l' acqua ſoſtiene la palla nella detta inclinazione: e però ſupponendoſi di poter calcolare ſul fondamento di altre ſperienze quanta ſia la velocità aſſoluta, che corriſponde alla preſſione dell' acqua ſotto la detta altezza (egli ſi vale a tal' uſo de' numeri della tavola del noſtro Autore regiſtrata nel fine del trattato della Miſura delle acque correnti) ſi verrà con ciò a ſapere la velocità aſſoluta dell' acqua, con cui ſoſtiene la palla in M. Ma oltre di che i numeri delle velocità, o ſia degli ſpazj regiſtrati nella predetta tavola, ſecondo le coſe da noi dette nell' annotazione 3. del ca-

de del canale; ma ancora quella del fondo del medesimo; ed essendo la natura dell' impeto, tale, che impresso una volta in un mobile, e cominciato ad esercitarsi verso una parte determinata, non si estingue

 mai,

capo primo c.236. sono tutti minori del vero (e forse della metà in circa) non è bastantemente chiaro, che per essere il peso di quel tal cilindro d' acqua in equilibrio colla forza dell' acqua, che investe la palla, la velocità dipendente dalla pressione (o vogliasi dalla discesa) che conviene all' altezza di quel cilindro, sia appunto quella, con cui l' acqua la investe, come in tal discorso si prende per supposto.

Il Sig. di Gravesande nelle Istituzioni della filosofia Neutoniana al §. 376. trattando della resistenza, che soffre un cilindro, il quale secondo la lunghezza del suo asse si mova entro un fluido, conchiude con un' ingegnoso discorso, essere la detta resistenza eguale al peso d' un' cilindro composto della medesima materia fluida, colla medesima base del primo, e che abbia per altezza la metà di quella, da cui cadendo un corpo nel vacuo acquisterebbe quella velocità, con cui si move il cilindro, e lo stesso applica poi alle sfere nel §. 382. Dal che segue, che se al contrario la sfera starà immobile, e l' acqua si moverà contro di essa, la forza, con cui la spignerà, sarà eguale al peso d' un cilindro d' acqua, che abbia per base il cerchio massimo della sfera, e la cui altezza sia la metà di quella, onde un corpo, che cada nel vacuo, acquisti la velocità, con cui l' acqua si move; dal qual teorema si può dedurre [come poc' anzi si è fatto nel metodo del Sig. Corradi] la velocità dell' acqua, ove per l' osservazione si abbia la declinazione del pendolo dal perpendicolo.

Non lascerò in questo proposito di far menzione d' un' esperimento, di cui l' anno 1727. feci alcuni saggi per tentare di rinvenire con misure immediate non pure le velocità rispettive, ma le assolute delle acque de' fiumi, cioè a dire di trovar lo spazio, che ciascuna parte di esse scorre in un dato tempo, parendomi, che un sì difficile argomento non meglio illustrar si possa, che coll' esperienza. A B (*Fig 69 Tav. XVII.*) era una superficie d' acqua stagnante in una vasca lunga da cinque pertiche, e poco meno larga, sopra la quale a poca altezza si era teso in positura orizzontale, e saldamente raccomandato da amendue i capi della lunghezza, un filo di rame cotto C D, il quale passando per li due anelli pur di rame E, F teneva sospeso per essi un leggerissimo semicircolo G H I, cavato in una assicella piana, e sottile, talchè il diametro di esso G I fosse anch' egli parallelo all' orizzonte, e il punto H de' 90. gradi contati da G, o da I, stesse a piombo sotto il centro K della divisione. Era un' altro filo M I di seta attorta legato al lembo del semicircolo verso I, il qual filo si facea passare sopra un cilindro M a guisa di subbio, per modo, che la retta M I si stendesse orizzontalmente, e nel medesimo piano del semicircolo G H I, e il detto cilindro M era fermato in tal sito stabilmente da un capo della vasca. Girando con un manubrio il cilindro M si avvolgeva ad esso il filo M I, che tirava seco il semicircolo, scorrendo questo per mezzo degli anelletti E, F, lungo il filo C D, da C verso D. Dal centro del semicircolo K pendeva un perpendicolo K P, che portava una palla di piombo P altamente immersa nell' acqua A B; onde movendosi il perpendicolo al moto del semicircolo, la resistenza dell' acqua lo facea deviare dalla linea verticale K H dalla parte contraria al detto moto; il quale quando riusciva di render' equabile, avvolgendo sempre coll' istessa celerità il filo I M intorno al subbio M, l' angolo di deviazione H K P dovea mantenersi, e in fatti si manteneva, non ostante il moto dello strumento, sempre d' una stessa misura (maggiore tuttavia, o minore secondo, che in una, o in un' altra esperienza si variavano le velocità del moto predetto) onde nel passare, che faceva la macchina davanti agli occhi di chi era sulla sponda della vasca, bastantemente si distingueva il numero de' gradi H O indicato dal filo K P, i quali gradi erano notati sul lembo del semicircolo con segni neri, e ben visibili. Solo era da avvertire, che sicco-

me

mai, nè muta direzione, se ciò non sia a cagione degl' impedimenti incontrari; ne segue, che quanto a se, l' acqua continuerebbe a muoversi per la primiera direzione: ma perchè la di lei gravità la tiene sempre unita al fondo dell' alveo, ch' è la parte più bassa; perciò mutando il fondo declività (siasi, o maggiore, o minore) è d' uopo, che l' acqua medesima muti la direzione, accrescendo, o diminuendo l' impeto, secondo le circostanze.

Se il fondo d' un' alveo di fiume, fosse un piano perfetto, non darebbe esso alcuno impedimento alle di lui direzioni; ma perchè particolarmente *fra le montagne, gli alvei de' fiumi sono assai scabri, comecchè ripieni di sassi*; quindi è, che sebbene la direzione di tutta l' acqua è inclinata ad una sola parte; i moti però particolari della medesima, si fanno quasi da tutti i lati; poichè l' incontro de' sassi la obbliga a divertire lateralmente da una banda, e dall' altra; ed incontrandosi queste

---

me prima di cominciare a tirare il filo MI, e con esso tutto l' ordigno, il perpendicolo KP pendeva immobilmente nel sito verticale KH, così al cominciare il detto moto non poteva acquistar subito tutta quella inclinazione HO, che quella tal velocità richiedeva, ma solo vi si riduceva dopo avere lo strumento corso qualche spazio, nè più poi se ne distoglieva, purchè il moto fosse equabile, e parimente nel fine del moto non si rimetteva il pendolo sulla linea verticale kh se non alquanto dopo, che il moto si era arrestato, e però si erano notati sulla sponda della vasca due punti V, Z, in diritto de' quali, quando passava il centro dello strumento, si era sicuro per prova fattane, che il filo era nella sua inclinazione permanente. Nè tacerò, che il filo del perpendicolo KP era doppio, e i due capi di esso prendevano in mezzo il piano del semicircolo, da cui stavano un poco discosti, e si riunivano poi nella palla P, il cui centro veniva con ciò a muoversi sempre nel piano del semicircolo, e de' fili CD, IM. Notavasi dunque con un' orologio a pendolo il tempo, in cui il centro del semicircolo scorreva lo spazio VZ, la cui lunghezza si era misurata col passetto, al quale spazio era necessariamente uguale lo spazio Kk descritto nel detto tempo dal centro dello strumento, e lo spazio Pp scorso dal centro della palla. Il rapporto dello spazio, e del tempo dava la velocità assoluta della palla corrispondente all' inclinazione notata HO.

Da ciò era facile inferire, che se all' incontro si fosse tenuto fermo lo strumento sopra l' acqua corrente, onde la forza di questa avesse fatto deviare la medesima palla dalla linea a piombo della stessa quantità HO, la velocità assoluta dell' acqua corrente sarebbe stata la medesima, che quella della palla nell' acqua stagnante, e per tal modo dopo le diverse prove fatte in acqua stagnante sempre colla medesima palla, dandole diverse velocità, e notando le inclinazioni del pendolo, si avrebbe avuto uno strumento atto a misurare le velocità assolute delle acque de' fiumi. In quelle, che se ne fecero nella detta vasca, le tangenti delle inclinazioni HO furono sempre assai esattamente proporzionali ai quadrati delle velocità.

Dava qualche incomodo nella pratica di tali sperienze il peso dello stesso semicircolo colla palla annessavi, che obbligava il filo CD ad incurvarsi, e a fare un poco di catenaria, onde il semidiametro HK si spiombava alquanto, e l' osservazione dell' arco HO era soggetta a un poco d' errore, ma così a questo come alla maniera di rendere ben' equabile il moto si sarebbe provveduto con altri congegni, se altre occupazioni non mi avessero distolto dal proseguire tali sperienze, le quali quantunque imperfette ho voluto indicare, affinchè, se altri le stimasse di qualche utilità, abbia campo di perfezionarle,

ste direzioni, ne nascono certi, come bollimenti di acqua, e talora vortici; per la stessa ragione, dall' incontro de' sassi *in parte ristagnata, ed in parte ribattuta verso la superficie, l' acqua corrente cagiona un gonfiamento nella propria superficie*, il quale sta in un continuo disfarsi, e ripararsi, il quale pure in poca altezza di corpo d' acqua, può passare per uno spezzamento di onda; ma, *quando l' acqua è assai alta, non si rompe già la di lei superficie; ma si ripiega con un continuo, e stabile ondeggiamento*. Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi, che la linea FA sia il fondo di un fiume, per lo quale scorra l' acqua, la cui superficie sia DE (*Fig.* 45. *Tav. XI.*), e sia detto fondo così inclinato, che l' acqua arrivata in E, abbia un' impeto, o velocità dovuta alla discesa GE; ed ivi ritrovi l' impedimento AB, il quale faccia angoli ottusi colla direzione DE; ed in oltre sia la di lui altezza perpendicolare, molto minore della GA, e la lunghezza tale, che possa essere scorsa, non ostanti gl' impedimenti, per virtù dell' impeto prima conceputo, dall' acqua. Ciò posto, arrivata che sia l' acqua in E, non v' ha dubbio, che, incontrando l' ostacolo AB, non sia per ritardarsi; ma non interamente; onde, conservando qualche parte del proprio impeto, potrà scorrere per l' acclività AB, ed anche sormontarla, finchè trovando la discesa libera per BC, possa continuare il suo corso. In questo caso egli è evidente, che, sebbene una porzione di acqua ricadesse da B in E; ciò però non ostante, la forza di DE di nuovo la rispingerebbe verso B, e se a tanto non bastasse, una parte ristagnerebbe nella concavità E, e facendo crescere l' altezza fino ad AH, abbrevierebbesi, e renderebbesi meno acclive la strada HB, la quale finalmente potrebbe essere scorsa dall' acqua, mediante l' impeto acquistato per la discesa DH. Quindi è manifesta la ragione, per la quale, *quando un fiume di tal sorte incontra un' ostacolo, si alza la di lui superficie sopra l' ostacolo medesimo, più di quella, che le sta attorno; e se l' ostacolo è continuato da una ripa all' altra*, come sarebbe una chiusa, o pescaia, *tutto il fiume corre, in qualche parte all' insù*, prima anche di arrivare all' ostacolo, sopra del quale sta a perpendicolo la maggior' altezza del corso acclive: e questa è una eccezione alla regola, *che l' acqua sempre corra al basso*.

Da ciò, che si è detto sin' ora, si può desumere un' indizio per conoscere, se un fiume corra per impeto preconceputo: e si avrà dall' osservare, *se incontrando degli ostacoli nel fondo, s' alzi la di lui superficie sopra di essi*; poichè egli è certo, che *la forza della sola altezza non può fare ribalzare l' acqua, più alto della superficie regolare del fiume*; essendo eguale il contrasto dell' acqua superiore alla forza del ribalzo; e da ciò pure deriva, che, posti gli ostacoli medesimi del fondo, in diver-

diverse altezze dell' acqua, non sono eguali *i gorgogliamenti della superficie*, i quali sempre *sono maggiori in acqua bassa, che in piena di fiume*; posciachè, non dipendendo l' impeto dell' acceleramento dall' altezza dell' acqua, ma solo dalla quantità della discesa; resta egli invariato, sia alto, o basso il fiume: ma per lo contrario, *la resistenza, che fa all' acqua ribattuta verso la superficie il corpo della medesima, è maggiore, quando altresì è maggiore l' altezza dell' acqua*; il perchè è necessario, che allora succeda più sensibile l' effetto, quando la resistenza al risalto dell' acqua è minore, cioè, quando il fiume è più basso; ond' è, che per eleggere i guadi sicuri, si ha risguardo a' luoghi, ne' quali l' acqua, risentendo le asprezze del fondo, si frange: segno della minore altezza in que' luoghi; e si sfuggono quelli, ne' quali il fiume sembra correre più eguale; poichè ivi è sempre maggiore profondità.

Tutto il contrario succede a quegl' impedimenti, che spuntano fuori dell' acqua, come sono le ripe de' fiumi; poichè *non tanto s' alzano le acque vicino a' froldi, in fiume basso, quanto nella piena di esso*; e la ragione si è; perchè, quando il fiume è pieno, maggior copia d' acqua viene impedita; e perciò dee maggiormente alzarsi, che quando è mezzano, o basso; concorre anco a ciò parzialmente *il rifrangersi, che fa l' impeto della discesa, maggiore in acqua alta, che in acqua bassa*; sì perchè la superficie è più lontana dagl' impedimenti del fondo; sì ancora perchè la cadente del pelo è più declive (a); questa pure è la causa, che *un palo piantato dentro l' alveo d' un fiume, se questo è basso, o poco veloce, viene lambito dolcemente dall' acqua*; *ma essendo il fiume pieno, o constituito in velocità considerabile, s' eleva l' acqua incontrandolo*.

Il *mantenersi dell' acqua più alta, vicino alle concavità delle botte, che sopra le spiagge all' incontro*, procede dal continuo farsi, e disfarsi di tale altezza; poichè nel tempo, che l' acqua elevata sopra il livello della sua vicina, tenta di spianarsi sulla superficie di essa, ne sopraggiunge dell' altra, che ritorna in essere l' effetto primiero; quale perciò tanto dura, quanto le cause, che lo producono.

Un non so che di simile s' osserva nelle cadute dell' acque per li cana-

(a) Si prende quì per supposto, che la cadente del pelo dell' acqua sia più declive in piena del fiume, che in acqua bassa, il che secondo le ipotesi dell' Autore, quando le larghezze siano uniformi, non si dee verificare se non in quei tratti, ne' quali il fiume si va tuttavia accelerando per la discesa, come nelle parti dell' alveo più vicine all' origine, e di nuovo presso gli sbocchi, come vedremo nel capo 8. Per altro ove l' acqua cammini con moto fisicamente equabile, il pelo della piena dee essere parallelo al fondo non meno, che quello dell' acqua bassa. Ben' è vero, che in un medesimo tratto di fiume può darsi, che il moto sia renduto equabile, quando il fiume è in istato di magrezza, e però maggiormente risente la resistenza del fondo, ma in istato di piena seguiti ancora ad accelerarsi, non soffrendo tanto ritardo dagl' impedimenti.

canali molto declivi, e ristretti, i quali terminano in canali molto meno declivi, e più larghi. Sia il canale più declive AB, ed il meno declive BG, e sia la lunghezza del canale AB (*Fig. 46. Tav. XI.*); discenda l'acqua per AB, accelerando il suo moto, ed abbia in B quella velocità, ch'è dovuta alla caduta CH; supponiamo ancora, che *l'acqua*, uscendo da B, ed *entrando nel canale BG meno declive, ma più largo*, richieda, per iscaricarsi, l'altezza BE minore della CH: s'osserva in tal caso, che l'acqua per AB *non porta la sua superficie CD, ad unirsi con quella di EF; ma si profonda, come in ED, sotto del livello EF, e l'acqua resta in ED sospesa, conservandosi la superficie dell' acqua corrente in CDEF*. La ragione di questo fenomeno è, che avendo l'acqua, per la discesa, acquistata velocità maggiore di quella, che possa produrre l'altezza EB; è necessario conseguentemente, ch' essa scacci l'acqua IDB dal suo luogo, e continui il corso per IB: e perchè l'acqua BD uscita dal canale AB, ricerca l'altezza BE; perciò arrivata in B, si eleva in E, e comincia a discendere in EDI; e perchè arrivata in D, è trasportata con maggiore velocità di quella, che le possa essere somministrata, cadendo da E in D, essendo maggiore la velocità della discesa CD, di quella dell'altezza ED; perciò è necessario, che vi resti il vacuo EDI, se non in tutto, almeno in parte. Per la stessa ragione, ponno sostentarsi alla medesima altezza IE le sponde di acqua laterali al vacuo IDE; le quali però, comecchè vanno somministrando maggior copia d'acqua alla vacuità IDE, la renderanno minore; onde più sensibile sarà l'effetto predetto, se continuandosi le sponde del canale inclinato, impediranno la caduta dell'acqua laterale. Il medesimo effetto s'osserva, se annesso al canale inclinato ne succeda uno, o orizzontale, o poco inclinato; ma della medesima larghezza del predetto, e che finalmente termini in uno assai largo; poichè nel canale di mezzo si vedrà l'acqua correre, colla superficie molto più bassa, che nell'inferiore più largo, continuando per qualche tratto, nel canale di mezzo, la velocità acquistata nella discesa per lo primo; e vi è apparenza, che, se il detto canale di mezzo fosse lungo considerabilmente, la superficie dell'acqua corrente per esso, si dovrebbe rendere acclive, a misura, che le resistenze di esso impedissero la velocità acquistata nella discesa per lo canale inclinato.

E' osservazione accertata, che molte volte *nelle piene de' fiumi, gonfi l'acqua nel sito del filone*, dimanierachè, alcune volte, riesca ella in tal sito più alta delle sponde del fiume. Ciò succede, perchè essendo nel sito del filone, l'acqua più veloce, ogni impedimento, che trovi, per picciolo che sia, le toglie molto dell'impeto antecedente; e perciò bisogna, che l'acqua s'elevi più in detto luogo, che negli al-

tri,

tri, ne' quali, essendo l'acqua meno veloce, e con poco impeto; ancorchè gl'impedimenti egualmente operassero, sottentrerebbe l'altezza dell'acqua a restituire la velocità perduta; e per conseguenza, non facendosi ivi tanta perdita di velocità, nè meno dovrebbe farsi tanta altezza; e da ciò si deduce la ragione, per la quale *i fiumi di corso debole nelle piene, e quelli, che nell'abbassarsi perdono considerabilmente la velocità, e l'impeto, hanno in tale stato la superficie affatto eguale, e senza veruno colmeggiamento:* e questo è un'altro indizio per conoscere, quali siano i fiumi, che hanno l'acqua, almeno in superficie, veloce per acceleramento di caduta.

Quegli, che vogliono assicurarsi del sito del filone d'un fiume, osservano, quale sia la strada, che tengono le materie leggieri portate dall'acqua, come sono foglie d'arbori, pezzetti di legno, spume, e simili; e giudicano, quella essere il sito del filone: ciò è appoggiato ad un'ottima ragione; perchè realmente *i galleggianti devono a poco a poco ridursi nel sito, nel quale l'acqua è più veloce, ed arrivativi, non possono, che per accidente, partirsene;* posciachè, avendo ogni corpo qualche grandezza, è portato, o spinto da più linee d'acqua, che, secondo la diversa distanza dalla ripa, sono meno veloci; e perciò quella parte di esso corpo, ch'è più verso il mezzo del fiume, viene a ricevere più di moto, che la più lontana; quindi è necessario, che il corpo tutto si volti in giro verso il filone; e facendo ciò, viene ad opporsi al moto di più altre linee d'acqua, di velocità disforme; e perciò sempre più viene ad accostarsi al filone medesimo, sintantochè trovi tal sito, nel quale tanto la parte destra, quanto la sinistra, siano spinte di moto uniforme; il che solo si ha nel luogo del maggior corso, cioè nel filone, o vicino ad esso.

E' superfluo di ripetere in questo luogo le cause, per le quali, *negli alvei diritti, il filone mantiene il sito di mezzo dell'alveo, e ne' tortuosi passa da una sponda all'altra, accostandosi alla ripa* nel vertice delle corrosioni, e delle botte; e parimente, per qual cagione *il* medesimo *filone segua*, col suo andamento, *la maggiore profondità dell'alveo, e talora l'obliquità delle sponde*; poichè questi, ed altri simili problemi, sono stati spiegati ne' capitoli antecedenti. Passo adunque a considerare due particolari, che sono i vortici, che si fanno ne' fiumi; ed i gorghi, che si generano negli alvei de' medesimi. Quanto a' primi, è da sapersi, che questi sono di due sorti; posciachè *altri derivano dalle voragini, che assorbiscono l'acqua dal fondo, o dalle sponde de' fiumi*, e sono causati da due direzioni combinate, l'una perpendicolare verso il foro della voragine, l'altra, o orizzontale, o inclinata lungo il corso del fiume. Nella generazione di questi vortici ha anche gran parte la

la pressione dell' aria; e perciò molte volte sono aperti, e come forati nel mezzo a modo d'un' imbuto; onde è, che l'acqua, cadendo con gran velocità nel vacuo del foro predetto, porta al basso i corpi galleggianti, che vi precipitano dentro, spinti dall'aria superiore, che fa sforzo per sottentrare nel luogo di quella, che dal vortice medesimo continuamente viene ingojata: incidente, che apporta un grandissimo pericolo alle navi, che sopra vi passano. Di tali vortici se ne trovano non solo ne' fiumi, ma anche nel mare; le proprietà, e cause de' quali, sono state diffusamente, e seriamente trattate dal Signor Geminiano Montanari, già mio riverito Maestro, nella sua Operetta postuma, intitolata *Le Forze d'Eolo*.

Gli *altri vortici de' fiumi si chiamano ciechi*, e non sono altro, che certe circolazioni senza veruno assorbimento d'acqua, ch'esca dall'alveo del fiume, cagionate dalla diversità delle direzioni, fatte o dall'inegualità del fondo del fiume, o dall'incontro delle ripe, ed altri ostacoli; o dalla disuguaglianza del livello nelle parti dell'acqua; e questi, o sono mutabili di sito, o no, secondo, che le loro cause efficienti, o sussistono sempre nel medesimo sito dell'alveo; o pure mutano luogo, e cessano. I primi sono frequentissimi, e per lo più sono portati a seconda dalla corrente, risolvendosi in nulla in breve spazio di tempo, per lo conato, che fa la direzione del corso primario del fiume, di unire a se medesima, quella di tutti gli altri moti; ma i secondi, se non sono tanto frequenti, sono ben più considerabili per li cattivi effetti, che partoriscono nell'escavazioni, che succedono al fondo, e nella corrosione delle ripe. Riconoscono questi, il più delle volte, l'inclinazione degli ostacoli ad angolo retto, o acuto contro la corrente, da' quali è ribattuta la direzione dell'acqua verso la ripa; e non trovando esito, è obbligata a rivoltarsi all'insù, fintantochè, unendosi col corso del fiume, viene di nuovo rispinta al basso: nelle parti inferiori di questi vortici, trovasi l'acqua molte volte più alta, che nelle superiori, a causa degli ostacoli, che fanno elevarla; e perciò, tanto più facilmente succede il moto contrario al filone; dal quale, quanto più il vortice è tenuto stretto alla ripa, tanto maggiormente opera contro di essa.

In questa maniera si generano i vortici nel principio delle corrosioni, e vicino a' ripari. ed alle ale de' ponti; e dalla medesima causa derivano quelli, che succedono al di sotto delle cateratte; poichè dalla violenza di esse assottigliandosi, e ristringendosi il corpo d'acqua, è necessario, che dopo la caduta, si rifranga impeto così grande, nel contrasto fattoli dal fondo; e perciò, che l'acqua ritardata s'alzi di corpo: il che succedendo maggiormente verso il mezzo della cascata

(per

(per la stessa ragione, che rende il filone più alto dell' acqua dalle bande) e non trovando l' acqua elevata, sostegno laterale, comincia a scorrere di quà, e di là, ed a tormentare perciò le sponde, le quali, cedendo, allargano in quel sito l' alveo, più che nelle parti inferiori, dove ristringendosi le ripe, a proporzione del corpo d' acqua, che dee correre tra esse, vengono ad opporsi in parte alla corrente, non ancora tutta diretta al lungo dell' alveo; e perciò è sforzata una parte dell' acqua, a radere con moto contrario la sponda medesima, che vuol dire, a formarvi un vortice.

E' ben regolare ne' fiumi, i quali hanno le ripe parallele; anzi in quelli, che non hanno, che una sola ripa da ciascuna parte, che *la maggiore velocità*, cioè il filone, *stia sempre perpendicolare al maggior fondo, e che la direzione delle parti inferiori dell' acqua, sia la medesima con quella delle superiori*; ma egli è ben' anche vero, come abbiamo dimostrato nel capitolo antecedente, che la diversa situazione delle sponde inferiori, mezzane, e superiori, fa, che le direzioni dell' acqua in diverse altezze, s' inclinino fra loro, e perciò siano idonee, anche sole, a generare de' vortici stabili; e di quì nasce ancora, che i vortici non sempre sono continuati dalla superficie al fondo del fiume; poichè ve ne sono di quelli affatto superficiali, come nati dall' incontro della direzione dell' acqua superficiale colle sponde più alte &c., e degli altri, che hanno l' essere solamente da cause operanti vicino al fondo, i quali poco, o nulla si manifestano alla superficie; e perciò si da il caso, che si osservi in un fiume basso, o mezzano, qualche vortice, o altro moto particolare, che in acqua alta non fa apparenza veruna; e può anch' essere, che in acqua bassa si trovino de' moti accidentali, i quali realmente cessino, quando il fiume è pieno, cioè a dire, quando per lo gran corpo d' acqua, accresciuta la velocità, acquista una gran proporzione alle resistenze; e perciò superandole, quasi del tutto, non lascia, che le medesime partoriscano effetti sensibili, i quali molto bene ritornano in essere, dopo cessata la piena.

Le *sezioni de' fiumi, nelle quali si trovano vortici, devono essere*, per questo capo, necessariamente *più larghe, o più profonde di quelle, nelle quali l' acqua cammina tutta al lungo dell' alveo*: la ragione è manifesta, dovendo le prime essere capaci di scaricare l' acqua, che viene dalle parti superiori dell' alveo, ed in oltre di dar luogo a quella, che con moto contrario dee girarsi ne' vortici; e da ciò nasce, che questi riescono cotanto perniciosi alle ripe, ed a' fondi degli alvei, rodendo le prime, ed escavando i secondi ne' luoghi, dove accadono.

Sembra maravigliosa a qualcheduno la conservazione de' *gorghi*, che per lunga serie d' anni *si mantengono, e nel luogo stesso, e colla medesi-*

desima profondità: la meraviglia nasce dal credere, che nell'escrescenze l'acqua di essi debba restare stagnante, come si vede essere in fiume basso; al che, se fosse vero, necessariamente dovrebbe succedere qualche deposizione di materia, e per conseguenza il riempimento del gorgo, il che non si osserva. Questa ragione, che, per se medesima, non difetta in alcuna parte, ci fa molto ben vedere, che, siccome è falso, che i gorghi si riempiano, senza mutare le circostanze, che concorrono alla loro generazione; così non è vero, che l'acqua di essi nelle piene si conservi in quella placida quiete, che apparisce in magrezza d'acqua; e perciò egli è d'uopo rinvenire, come, e d'onde nasca la velocità, che può bastare a mantenere il fondo del fiume, in quel sito scavato ad una profondità sempre uniforme, il che non sarà difficile, se seguiteremo le vestigia delle notizie fin' ora date.

Egli è certo, che *i gorghi si trovano, per lo più, al piede delle botte, o pilarde, o degli ostacoli incontrati,* come sono i pilastri, che sostentano gli archi de' ponti &c. oltre quelli, che sono fatti dalle acque cadenti dalle cateratte, de' quali è manifesta al senso la causa della generazione, e della conservazione. L'incontro quasi retto, fatto dagli ostacoli alla direzione dell'acqua, è quello, che la sforza a rivoltarsi, parte verso la superficie, parte verso il fondo del fiume; la prima cagiona l'elevazione maggiore dell'acqua in quel sito; l'altra agisce contro il fondo del fiume, e lo scava; ed ecco la prima origine del gorgo. In fatti non si può concepire, che una direzione parallela alla cadente naturale del fondo del fiume, possa fare alcuna escavazione, essendo a ciò necessario, che la direzione faccia angolo col resistente; quindi è certo, che l'acqua, scavando, si spinge sotto il piano del fiume per una direzione, o obliqua, o perpendicolare; ma incontrando finalmente la resistenza del terreno, ed essendo spinta dall'altr' acqua, che la seguita, bisogna altresì, che dal fondo del gorgo riascenda alla di lui superficie, in sito, nel quale l'altezza dell'acqua superiore sia minore, e non faccia tanto contrasto all'uscita la direzione perpendicolare di essa; dal che nasce, in parte, la determinazione della lunghezza, e larghezza del gorgo; e per l'altra parte, dalla qualità, e dalla disposizione degl'impedimenti; siccome la profondità è fatta dalla qualità dell'incontro, dalla forza della direzione, dall'altezza dell'acqua, e dalla resistenza del fondo del fiume.

L'entrare, e l'uscire dell'acqua de' fiumi dalla cavità de' gorghi, può farsi, o in maniera, che l'acqua entri nella parte superiore, ed esca dalla inferiore; o al contrario: se il primo, risalirà l'acqua dal fondo del gorgo per un piano acclive, come si è spiegato in più luoghi; ma se l'acqua uscirà dalla parte superiore del gorgo, si formerà un

un vortice verticale; perchè l'acqua uscita al di sopra, si unirà alla corrente del fiume, che di nuovo dee essere spinta dagli ostacoli dentro del gorgo medesimo; e di quì ne viene, che i corpi trasportati dal fiume, incontrandosi in gorghi vorticosi, sono più volte ribalzati dal fondo alla superficie, e rispinti dalla superficie al fondo, prima che escano dal sito del gorgo. *Questa sorte di vortici verticali*, i quali molte volte riescono inclinati all'orizzonte per cagione di altri impedimenti, sono quelli, che più danneggiano il fondo de' fiumi, scavando i gorghi in profondità incredibile; e ciò *maggiormente succede, quando l'escavazione arriva a trovare il terreno fracido de' sortumi*, che, per sua poca resistenza, è in istato di cedere a qualsisia picciola forza. Anche i vortici orizzontali, de' quali abbiamo parlato di sopra, se arrivano a toccare il fondo, lo scavano in gorghi; perchè, rivoltata l'acqua all' incontro della corrente, trova l'inclinazione dell'alveo; e perciò incontrandola, abbenchè ad angolo molto obliquo, comincia a staccarne le parti, ed a formare una cavità, dalla quale dovendo poi uscire l' acqua, è necessario, che il vortice prenda qualche inclinazione, ed a poco a poco, di orizzontale, si faccia, o perpendicolare, o inclinato a modo di una spira; e perciò si renda in istato più potente di fare maggiore escavazione; ben'è vero, che i gorghi cagionati da' vortici orizzontali, non riescono così profondi, come quelli fatti da' vortici perpendicolari; perchè quelli rare volte producono delle direzioni perpendicolari; ma se si combinano insieme, e questi, e quelli, allora si squarciano le viscere, per così dire, del fondo del fiume, e si formano piuttosto voragini, che gorghi.

Incontrandosi, *che un' ostacolo sia abbracciato dalla corrente:* come succede a' pilastri de' ponti, *succedono de' gorghi, che abbracciano l'ostacolo dalla parte superiore, e terminano in niente da' lati:* effetto, che succede dalla riflessione dell' acqua verso il fondo nel luogo dell'incontro, e dal vortice perpendicolare, che vi succede, il cui esito è dall' uno, e dall'altro lato dell' ostacolo; dopo del quale il vortice degenera in due orizzontali, e superficiali. E quì mi viene il taglio di osservare, che *alle volte sotto de' vortici delle piene si formano gorghi*, come si è spiegato di sopra; *ed alle volte nel calare dell' acqua, si vedono ivi maggiormente elevate le alluvioni*; la differenza nasce da ciò, che nel primo caso, i vortici continuano dalla superficie sino al fondo del fiume; ma nel secondo, sono affatto superficiali; e questi, in vece di escavare il fiume, se hanno sotto di se acqua, o stagnante, o di poco moto, sono causa, che succedano maggiori deposizioni; poichè, dopo che l'acqua, ivi trattenuta, ha deposta la sua materia più grave, il vortice serve a portarvi nuova torbida; e perciò mutandosi continuamente

mente l'acqua, è ivi, ficcome portata nuova torbida, così fatta maggiore depofizione, al contrario degli altri fiti, ne' quali non fi trovano vortici fimili; poichè reftando in quefti fempre l'acqua medefima, o cambiandofi più lentamente, non fi può fare, che poca depofizione di materia terreftre; e perciò non è meraviglia, che al di dietro de' pilaftri de' ponti, febbene fi formino vortici orizzontali, nulladimeno fi offervino ancora doffi ben grandi.

Questi moti vorticofi, per lo più, non fono offervabili in acqua baffa: e la ragione fi è, perchè in tale ftato non avendo effa velocità, e corpo, che bafti, fervono i gorghi, come di piccioli laghi, per ricevere l'acqua del fiume, la quale, trovando in effi larghezza, e profondità maggiore di quella, che richiede il corpo dell'acqua corrente, perde la velocità, e lafcia, che in quel fito la fuperficie dell'acqua fi difponga, quafi ad un piano orizzontale, e fembri come ftagnante; il che maggiormente è vero, quanto minore è il corpo d'acqua, e la di lei velocità, in proporzione della capacità del gorgo; nel qual cafo egli è evidente, che non arrivando l'acqua ad incontrare con impeto gli oftacoli, nè meno poffono fuccedere alcuni di quegli effetti, che dalla mutazione della direzione, e dall'impedimento della velocità derivano. Per altro *ne' fiumi, che in ogni ftato confervano velocità confiderabile, e corpo d'acqua fufficiente, s'offervano in ogni tempo, anzi*, fe corrono fopra fondi faffofi, e ghiarofi, *più in tempo di fcarfezza d'acqua, de' moti vorticofi, ed irregolari:* e ciò fuccede, perchè in tempo di abbondanza d'acqua, gli effetti cagionati dagli impedimenti del fondo, non fi manifeftano alla fuperficie, offervandofi in tale ftato folamente quelli, che derivano dalla fituazione delle fponde.

Tutto ciò appartiene a' fiumi, che dalla loro origine fi partono, fcorrendo per alvei non interrotti, nè da cateratte, nè da laghi &c. onde l'ordine porta, che difcorriamo dell'uno, e dell'altro di quefti interrompimenti. *Sono le cateratte certe cadute d'acqua precipitofe, che fuccedono, quando, o per natura, o per arte, incontra il fiume un refiftente, che lo traverfa, da una ripa all'altra, e non potendo corroderlo, è neceffario, che lo formonti;* tale impedimento ferve, a mantenere elevato il fondo dell'alveo fuperiore, che neceffariamente viene ad effere regolato dalla di lui foglia fuperiore; ma *niente contribuifce allo ftabilimento dell'alveo inferiore*, che prende regola, e determinazione, o dalla foglia di una nuova cateratta, o dallo sbocco d'effo fiume in un lago, nel mare &c. Quindi è, che, fe le condizioni del fiume richiederanno nel fito della cateratta, l'alveo, o egualmente, o più elevato della fommità di effa, riempiendofi l'alveo inferiore, cefferà effa dal fuo officio; ma fe, per lo contrario, l'alveo inferiore dovrà reftare

più basso della cateratta; per grande, che sia la quantità della materia, che col fiume precipiti da essa, non potrà egli interrirsi; ma si manterrà sempre nello stato medesimo.

Varianſi i moti dell' acqua, in questi siti, per più cagioni: la prima si è *la direzione della cateratta, che può essere, o ad angoli retti col corso precedente del fiume, o ad angoli obliqui*; se sarà ad angoli retti, *l' acqua seguiterà a correre per lo medesimo piano verticale di prima*; ma se ad angoli obliqui, *prenderà sempre una strada, un poco inclinata a quella parte, alla quale la cateratta fa angolo ottuso colla corrente*. La seconda cagione è *l' impeto* acquistato nell' alveo superiore, il quale, *quanto è maggiore, tanto più tiene la caduta vicina alla direzione antecedente del corso*; e non essendovene di sorte alcuna, come sarebbe se la cateratta constituisse l' emissario d' un lago; *la caduta dell' acqua farassi in un piano verticale, che cada ad angoli retti sopra la linea della direzione della cateratta*. La terza si è la figura di essa cateratta, la quale può essere tagliata, quasi perpendicolarmente, in maniera che l' acqua cadente, sormontata la sommità di essa, non la tocchi più in verun luogo; ed in tal caso, *descriverà l' acqua nel precipitare dall' altezza della cateratta una figura curva*, che, prescindendo da ogni resistenza, dovrebbe essere *parabolica*.

Ma quì si dee avvertire, che *in alcune cateratte altissime, sul principio della caduta, l' acqua si mantiene bensì unita sotto una sola superficie; ma nel progresso si frange in più parti*, e mostra una bianchezza simile a quella della neve; anzi in qualche parte si risolve in vapori, che producono una continua rugiada, e porgono occasione al Sole di dipingervi dentro i colori dell' Iride: che se, come per lo più succede nelle cateratte artificiali, alla soglia superiore d' esse, sia connesso un piano molto declive, scorrerà l' acqua per esso, prendendo le strade, delle quali si è avuto discorso *nel cap. VI. alle prop. I., e II.* E finalmente, *se alla sommità della cateratta succederanno degli scogli continuati*, dentro de' quali, di quando in quando, l' acqua cadendo si spezzi, *succederanno diversi moti irregolari*, procedenti dalla quantità dell' impeto, dalla direzione de' sassi, opposti a quella dell' acqua cadente; e dalla combinazione di più direzioni diverse &c.

Le cadute della sorte predetta, se trovano materia adattata nell' alveo inferiore, *vi formano sempre un gorgo profondissimo, ed in esso de' vortici*, alcuni de' quali, che sono i più regolari, abbiamo descritti poco di sopra; dopo di che finalmente riassume il fiume, il suo corso primiero, e produce quegli effetti, che sono comuni agli altri fiumi. Ma nell' alveo superiore è da notare, che, *dovendo l' acqua precipitare da una cateratta, prima di arrivare ad essa, acquista della velocità*

tà considerabile; effetto non solo della viscosità dell'acqua, ma ancora della mescolanza de' canali, nella maniera spiegata *allo scolio 3. della prop. prima del lib. 6. della misura dell'acque* (*a*); ma di ciò discorreremo più ampiamente *nel seguente capitolo*; solo rispetto alle cateratte sono da osservare alcuni effetti, che potranno illuminare la mente a chi, o assume di farne delle artificiali, o di demolirne delle naturali.

Primieramente adunque *servono le cateratte a sostenere l'alveo superiore più elevato di quello che sarebbe, mancando le medesime*; e perciò impediscono quelle soverchie escavazioni, che potrebbe fare il corso del fiume; *non trattengono* già, che *i sassi cadenti dalle montagne*, non si portino al basso, *se non in picciola parte*; quanto, cioè, basta a riempire il vano, che forma l'altezza della cateratta; quale, riempito che sia, torna il fiume a portare la materia di prima, o poco meno. (2) Perciò *fanno buon' effetto ne' fiumi, de' quali è soverchia la caduta*; ma non in quelli, che ne mancano. (3) Molte volte *formano laghi*, i quali, essendo profondi, ponno essere rimedio alla deficienza della caduta (*b*). (4) *Servono per la derivazione de' canali*, che non ponno avere

(*a*) O sia, che alla sommità della cateratta sia congiunto un piano declive, per cui sdruccioli l'acqua, o che dalla detta sommità liberamente precipiti formando una cascata curvilinea, sempre è necessario, che segua qualche aumento di velocità nelle parti superiori alla cateratta; imperocchè nel primo caso l'acqua, avanti di giugnere ad essa, comincia a scendere come per un piano maggiormente inclinato per tutto quel tratto, a cui si estende il detto piano declive prodotto allo insù fino al concorso colla superficie dell'acqua; e nel secondo le stesse tangenti della curva descritta dall'acqua del fondo, prolungate anch'esse dentro l'alveo superiore, divengono tanti piani inclinati immaginarj, per li quali l'acqua va scendendo prima di giugnere alla cateratta, come l'Autore spiega nel passo da lui citato; e tanto nell'uno quanto nell'altro caso la viscosità, o aderenza, o dicasi attrazione delle parti dell'acqua, fa che la superiore venga in parte rapita, e strascinata dall'inferiore, che corre con maggiore celerità.

A riguardo di tale aumento l'altezza dell'acqua sopra il ciglio della chiusa si trova notabilmente minore, che nelle parti superiori; e pare eziandio ragionevole, che il fondo superiore per qualche tratto si debba risentire, e render meno declive di quello, che sia nelle parti più lontane, dove la velocità non è aumentata. Nulladimeno se la caduta è libera, tal diminuzione d'altezza non si rende per l'ordinario notabile molto allo insù, e i galleggianti non si scorgono accelerare il loro moto, che a poca distanza dal ciglio della chiusa: segno evidente, che ivi solo comincia la superficie a inclinarsi sensibilmente più, che al di sopra, cioè, che ivi solo si rende sensibile quell'aumento di velocità, che fa scemare l'altezza.

(*b*) Che superiormente alle chiuse, le quali attraversano un fiume, si formino dei laghi può succedere, ove le acque di esso non portino materia atta a fare deposizione, e ove la sommità della chiusa non solo sia più alta delle ripe del fiume, ma si continui orizzontalmente di quà, e di là dall'alveo di esso per la campagna adiacente fino ad attaccarsi dall'una, e dall'altra parte coll'alto del terreno, come ne' laghi artificiali, che circondano la Città di Mantova per ristagno del fiume Mincio. In tal caso non ha luogo ciò, che l'Autore poc'anzi disse, cioè, che il fondo superiore del fiume venga

vere molta caduta, e ne *aggiungono alle fabbriche de' molini, ed altri edificj*. (5) Se *le cateratte* sono *stabili*, *interrompono le navigazioni*; ma, *essendo amovibili*, *servono per facilitare la medesima*, come apparisce ne' sostegni, che sono una specie di picciole cateratte.

Il secondo interrompimento degli alvei sono i laghi: questi alle volte servono di fontane a' fiumi, non essendo altro, che un' aggregato di più sorgenti, che tramandano le loro acque in un solo ricettacolo, dall' emissario del quale le scaricano; e di questi non è luogo quì a discorrerne; ma solo di quelli, che in un luogo ricevono l' acque de' fiumi, alle quali servono, come di un picciolo mare, ed in un' altro le tramandano fuori; si dee adunque discorrere al presente dell' acque, che entrano ne' laghi, e di quelle, che n' escono. Qualunque volta adunque entra un fiume in un lago, è necessario, che abbia qualche velocità, e direzione, le quali, abbenchè a poco a poco, dopo lo sbocco vadano scemando, nulladimeno però a causa dell' impeto preconceputo, il più delle volte si conservano per qualche tratto, fintantochè, comunicato che sia il moto alle parti laterali, ed opposte, parte di esse tendono verso le ripe, parte ritornano vorticosamente verso l' immissario, e parte s' indirizzano verso l' incile, o emissario del lago. *Sin tanto*, però, *che il fiume influente conserva velocità* osservabile in alcuna parte, *la di lui superficie resta più bassa di quella del*

---

venga sostenuto, e regolato dalla sommità della pescaja, che lo attraversa, ma dee restare alla primiera bassezza, se pure in lunghissimo tempo non si rialzasse da quel poco di terra, che sempre portano seco i fiumi anche più chiari, al quale interrimento si può rimediare col lasciare a luogo a luogo nella chiusa degli emissarj muniti di cateratte, e con soglia tanto bassa quanto si stima opportuno, affinchè all' aprire la cateratta la forza stessa dell' acqua sgombri le posature.

Accade qualche cosa di simile anco ne' fiumi torbidi di sopra alle pescaje, qualora queste attraversando obliquamente il letto del fiume, non lo chiudano però affatto, ma lasciando all' acqua un' angusto passaggio accanto a quella delle ripe, con cui comprendono angolo acuto dalla parte superiore, le fanno piuttosto sponda, che ritegno, e l' obbligano a passar tutta almeno in acqua bassa per una sezione molto minore di quella, sotto la quale corre il fiume ne' tratti più regolari. Simili chiuse (se tali si ponno chiamare) in vece di sostenere il fondo superiore del fiume servono a mantenerlo più basso, per la velocità, che acquista l' acqua nell' andarsi riducendo alle angustie di quello sbocco, la qual velocità ella si guadagna coll' accrescimento dell' altezza, e in quella sezione, e nelle altre superiori per qualche tratto, in ricompensa della larghezza scemata; onde tornando poi di sotto alla chiusa alla sua larghezza, ed altezza ordinaria, la sola superficie è quella, che per tal modo si viene a sostenere, e può servire a dar caduta a' mulini, o altri edificj. Di tali traverse alcune ho vedute nel Tevere nelle vicinanze di Todi in occasione di visitare quel fiume l' anno 1732. col dottissimo Monsignore Giovanni Bottari, ora Prelato domestico di sua Santità, e potrebbero anco, ove le larghezze sono soprabbondanti, facilitare quella navigazione, se troppi altri ostacoli non vi fossero, che dissuadono dal tentare una tale intrapresa.

del lago, cioè ſul principio; ed in altri luoghi, cioè nel progreſſo, colmeggia ſopra la medeſima, in conformità di ciò, che ſi è dimoſtrato ſul principio di queſto capitolo, dipendendo queſta apparenza dalla velocità, o impeto, col quale il fiume ſi porta allo sbocco; poichè s' egli entrerà con poca forza, ſul bel principio s' equilibrerà colla ſuperficie del lago.

Credono alcuni, che le acque de' laghi ſiano, da un capo all' altro, equilibrate, come ſe foſſero perfettamente ſtagnanti; io però non ſaprei dirlo accertatamente, parendomi veriſimile, che *vicino a' luoghi, che danno l' ingreſſo a' fiumi, debbano eſſere qualche poco più elevate di pelo, che negli altri luoghi*; ſiccome è certo, per lo contrario, che *vicino all' emiſſario ſono qualche poco più baſſe*: il motivo di tale aſſerzione è; perchè, ſe il lago non riceveſſe influſſo di acqua veruna, ma ſolamente ne ſcaricaſſe; dovrebbe egli dalla parte dell' incile, reſtare più baſſo, che negli altri luoghi, per tutto quel tratto, ch' è determinato dall' unione della ſuperficie del lago colla linea del fondo dell' alveo applicato all' emiſſario, prolungata dalla parte ſuperiore; e però è impoſſibile da concepirſi, che il reſtante dell' acqua, ſuppoſta orizzontale, non iſcorra, abbenchè con moto lentiſſimo, ad occupare il luogo laſciato dall' acqua, ch' eſce dal lago; e perciò, che la di lei ſuperficie non s' inclini verſo l' uſcita; tanto più adunque vi ſi inclinerà, ſe dalla parte oppoſta ſia ſomminiſtrata nuova copia d' acqua da qualche fiume; e conſeguentemente non potrà la ſuperficie d' un lago eſſere perfettamente orizzontale. Ben' è vero, che la differenza ſarà inſenſibile nelle parti di mezzo; ma ne' ſiti, vicini agl' immiſſarj, ed agl' incili, può eſſer tale, che non ſolo con livelli eſatti, ma ad occhio libero, ſi manifeſti: Se però, *tanto il fondo del fiume influente, quanto quello dell' effluente, foſſero orizzontali, e ſituati nel medeſimo piano, allora la ſuperficie dell' acqua del lago ſarebbe anch' eſſa affatto orizzontale per la prop. I. del lib. V. della miſura dell' acque* (*a*). Quindi è chiaro, che *l' acque de' laghi, e delle paludi, molto più s' accoſtano ad avere la loro ſuperficie a livello, quanto meno ſono inclinati i canali influenti, ed effluenti*; e perchè, ſe il lago foſſe anguſto, quanto i canali predetti, la ſuperficie dell' acqua continuerebbe ſulla cadente dovuta al canale influente; perciò *quanto maggiore è lo ſpazio, che ha l' acqua per eſpanderſi lateralmente, tanto ſi rende più eſatto il livello del lago*. Ciò ſi dee intendere, *quando la copia dell' acqua, ch' entra, è eguale a quella, che eſce*; poichè ſe la prima foſſe maggiore della ſeconda, come ſuccede ſul principio dell' eſcreſcenze de' fiumi influenti, in tal caſo è evidente, che

(*a*) Vedi intorno a ciò quello, che ſi è detto nell' annotazione 3. del capo 5. c. 301.

che tutta l'acqua del lago dee essere declive verso l'emissario, verso il quale anche sono più osservabili le direzioni, ed i moti dell'acqua.

Tutto ciò, che si è detto de' laghi, si dee intendere proporzionalmente ancora delle lagune, e paludi, *nelle quali però tanto è maggiore la differenza del livello, quanto che l'erbe*, che in queste nascono, *servono molto a sostenere l'acqua più alta in un luogo, che in un' altro*; e perciò si vedono spesse volte calare l'acque dalle paludi considerabilmente vicino agli sbocchi, e ne' siti più lontani, appena essere sensibile l'abbassamento. Pertanto sì queste, che i laghi, producono l'effetto dimostrato, nel fine *del cap. VI.* cioè di rimediare al difetto delle cadute; poichè egli è certo, che interrendosi un luogo, dovrebbe il fiume, che dentro vi s'inalveasse, avere per lo tratto di esso, molto più di caduta, di quello, che abbiano le acque del lago; il che opererebbe, che il fiume influente si elevasse di fondo, e sormontando le proprie ripe, si portasse ad inondare il paese all'intorno, o formando un' altro lago; o elevandolo colle alluvioni, fino ad incassarsi dentro di esse, e ciò continuerebbe a farsi, finchè coll'altezza del proprio letto, avesse acquistata quella pendenza, che gli è dovuta, oltre le altre circostanze, dalla lunghezza del viaggio.

Ha un non so che di simile all'ingresso d'un fiume in un lago, il passaggio dell'acqua corrente da una sezione angusta ad un'altra più ampia; essendo che *gli alvei dilatati possono*, ottimamente, *paragonarsi ad un picciolo laghetto*, dentro il quale sbocchi l'acqua da una sezione più angusta, che in tal caso ha ragione d'immissario; siccome la susseguente pure angusta, di emissario. Quindi egli è facile di dedurre le cause delle apparenze diverse, che si osservano nell'uno, e nell'altro sito; poichè, se si vedrà, che dove *i fiumi* sono soverchiamente larghi, ivi l'acqua non corra, o abbia il moto più lento; se vicino alle ripe si troverà l'acqua, quasi essere stagnante, o pure correre con moto vorticoso all'indietro, radendo le ripe medesime, dal che dipende principalmente la conservazione delle sezioni più larghe; se ne' siti medesimi la cadente del peso d'acqua sarà meno declive di quello sia, dove l'alveo è di larghezza uniforme, e proporzionata; ed al contrario, se nelle sezioni più strette l'acqua del fiume si vedrà tutta correre con maggiore velocità, e con maggiore pendio di superficie &c. facil cosa sarà applicare le ragioni sopraddette, per ispiegare queste, ed altre simili apparenze; poichè *il lago altro non è, che un fonte, o fiume dilatato, ed il fiume non è, che un lago ristretto*.

Sono *gli alvei de' fiumi, quasi sempre, più larghi di quello, che richiede il bisogno dell'acqua, che portano*; e perciò molte volte sopportano, che loro sia ristretto l'alveo considerabilmente, senza veruna altera-

terazione del loro pelo, il che non accaderebbe, se le larghezze fossero vive; anzi col tenere ristretti gli alvei de' fiumi, s' impediscono quei moti sregolati, che sono, come la lussuria de' fiumi medesimi, e che apportano danno considerabile alle sponde, per la deviazione, che fa l' acqua, dalla direzione del suo filone; e perciò non è meraviglia, se i fiumi grandi, senza veruna maggiore dilatazione, sono molte volte capaci di ricevere nel proprio seno, l' influsso di nuov' acque, poichè rendendosi in tal caso l' acqua proporzionata alla grandezza dell' alveo, viene essa, ad essere tutta mantenuta in officio, ed obbligata a conservare la sua direzione al lungo dell' alveo, senz' alcuno laterale svagamento; ed è ben facile di concepire, che *l' acqua stagnante, o corrente vorticosamente all' insù, non contribuisce cosa alcuna allo scarico del fiume*; e che questa parte dell' alveo, per altro inutile, può benissimo dar luogo, quando vi sia una forza maggiore, al corso di nuov' acqua; e perciò è stato veduto il ramo del Pò di Venezia assorbire, da se solo, tutta l' acqua del ramo di Ferrara, e di Panaro, senza che, perciò, si abbia avuta la necessità di ritirare gli argini verso la campagna, o siasi veduto maggiormente dilatarsi l' alveo.

Appartengono a questo capo gli effetti, che procedono dall' unione di due fiumi insieme, e dagli sbocchi nel mare: ma perchè abbiamo determinato trattare tutto ciò più particolarmente, richiedendo la materia speciale considerazione; pertanto passeremo a discorrerne ne' due seguenti capitoli.

CAPITOLO OTTAVO.

Dello sbocco d' un fiume in un' altro, o nel mare.

NOn si trova alcuna particolarità nella materia, che abbiamo fra le mani, la quale sia, per se medesima, quanto più è evidente, tanto più controversa, e meno intesa, dello sbocco de' fiumi; io ho sentito, in diverse congiunture pronunziare sopra di questo fatto, asserzioni così strane, che prima avrei credute impossibili da cadere nella mente degli uomini; e quello, ch' è più, ho osservato, che hanno maggiore facilità a prendere sbagli in questo particolare, le persone mediocremente versate, che le affatto idiote; poichè le prime sul fondamento di alcune regole, o ignote, o non avvertite dal volgo, e credute universali, quando in realtà patiscono molte eccezioni, ne deducono in varj casi conseguenze falsissime. Una di queste è, che l' acqua non possa correre se non ha caduta al suo termine, ed è assioma così

universale appresso di quelli, i quali si chiamano periti, che non dubitano punto di dedurne, che un fiume non possa sboccare, o nel mare, se questo si trovi gonfio; o in altro fiume, durante la di lui piena; e che i fiumi influenti debbano scaricare l'acqua propria, tutta sopra il pelo del recipiente, con altre simili asserzioni erronee, e perniciose, le quali conducono a spese inutili, a proposizioni dannose; e molte volte divertiscono l'animo di chi le promuove, da quelle, che riuscirebbero più salutari.

Entrano i fiumi influenti, non v'ha dubbio, nel mare, nè qualunque forza di esso è bastante, a rispingere un fiumicello, quantunque picciolo; purchè egli sia provveduto di sponde sufficienti, come più abbasso si dirà; posciachè, come può mai immaginarsi, che un fiume perenne, se fosse impedito del tutto il di lui corso, non si elevasse, quasi istantaneamente, ad altezze enormi per l'abbondanza dell'acqua sopravveniente, uscendo con ciò dal proprio letto, ed inondando le campagne; il che se bene qualche volta succede, ciò però non nasce, perchè il fiume non sia valevole col tempo ad acquistar forza da superare il contrasto, che fa il mare al suo ingresso; ma perchè non ha, o non si mantiene le sponde all'altezza necessaria; e perciò de' fiumi stabiliti di alveo, non si può con verità asserire, che il mare impedisca loro affatto lo scarico. Similmente, s'egli è vero, che i fiumi, s'ingrossino per l'unione d'altri fiumi, chi potrà sanamente sostenere, che un fiume reale, nella sua piena, proibisca l'ingresso ad un'influente, e che questo sia perciò obbligato a ritenere le sue acque nel proprio alveo, fino allo sgonfiamento dell'altro? Procureremo noi dunque di spiegare il modo, col quale ciò succeda, il che faremo nella seguente proposizione.

PROPOSIZIONE I.

Spiegare il modo, col quale i fiumi entrano in altre acque, o correnti, o stagnanti.

Per ben'intendere ciò, è necessario ridursi alla memoria due proposizioni di eterna verità; la prima delle quali è: che *quando un fiume corre, e la di lui superficie non si alza, nè si abbassa al livello; allora per tutte le di lui sezioni passano delle quantità d'acqua, precisamente eguali*: ciò è vero in astratto, in concreto, ed in tutte le circostanze, e condizioni possibili; dal che ne nasce, che *ogni volta, che la superficie dell'acqua d'un fiume perenne, ed influente, è resa stabile; allora esce dal di lui sbocco, ed entra nel recipiente quella copia d'acqua*, nè più, nè meno, *ch'è somministrata dalle parti superiori del fiume*. Ma, *se la superficie predetta si anderà abbassando, sarà scaricata dallo sbocco acqua* in

in copia maggiore, che non è quella, che viene di sopra; e finalmente, *se la predetta superficie si eleva, più acqua viene dal fiume di quella che sia vomitata dallo sbocco*. Questi sono tre segni infallibili della qualità degl' impedimenti, apportati dall' acqua del recipiente al corso dell' influente; perchè se in un fiume, che porti sempre eguale quantità di acqua, si vedrà la superficie di esso allo sbocco elevarsi, segno sarà, che il recipiente impedisce lo scarico al fiume; mentre l' acqua trattenuta è quella, che aumenta l' altezza; ed al contrario, abbassandosi la superficie del fiume allo sbocco, sarà indizio dello sminuirsi, che faranno gl' impedimenti opposti dal recipiente allo scarico, portandosi ad uscire dalla foce del fiume, non solo la quantità dell' acqua corrente, somministrata dalle parti superiori; ma in oltre tutta quella, che prima era stata trattenuta dal ristagno.

Quando l' acqua cresce per gli ostacoli trovati alla foce, non seguita però ella ad elevarsi all' infinito; ma arrivata ad un certo termine, stabilisce la propria superficie: segno, che allora è eguale lo scarico all' influsso; quindi è, che se le ripe del fiume non saranno tant' alte, quanto si richiede per sostenere la superficie dell' acqua a quell' altezza, che è determinata dalla natura, per lo scarico di tutto il fiume influente; sarà necessario, che l' acqua di esso, sormontandole, si sparga lateralmente a cercare altra strada, o accesso più facile al suo termine; o pure alcun seno, dove contenersi, ed equilibrarsi.

Da qual principio sia desunta dalla natura la determinazione dell' altezza necessaria all' intero scarico del fiume, si raccoglie dall' altra proposizione, che dee rammemorarsi: cioè, che *ne' fiumi, de' quali le sezioni tutte scaricano egual copia d' acqua in un dato tempo, le velocità medie devono sempre essere reciproche all' aree delle sezioni*; perciò passando, come si è detto di sopra, per la foce altrettant' acqua, quanta si trasfonde da una delle sezioni superiori, forza è, che la velocità media dello sbocco stia alla velocità media della sezione superiore, come l' area di questa, all' area dello sbocco; e perchè l' area delle sezioni, e dello sbocco è composta d' altezza, e di larghezza; se la larghezza sarà inalterabile, sarà altresì necessario, che l' altezza dello sbocco si accresca di tanto, quanto importa la diminuzione della velocità media di esso, considerando l' alterazione, che si fa nella velocità, all' alzarsi della sezione.

Per più chiara intelligenza di ciò, si dee avvertire, che *un fiume, il quale entri in un' altro, può entrarvi in tre maniere* (1) *o cadendo dall' alto*, come nelle cateratte: e ciò succede, quando il fondo del fiume influente è più alto del pelo recipiente; o pure (2) *spianando la sua superficie su quella dell' altro*, in maniera, che la larghezza superiore dello

lo sbocco, che sta distesa trasversalmente sulla superficie dell' acqua, sia come la comune sezione di due piani, l' uno de' quali sia la superficie dell' influente, l' altro quella del recipiente: e ciò accade, quando il fondo dell' influente è basso sotto il pelo del recipiente, almeno quanto basta a formare la predetta proporzione reciproca; o finalmente (3) *quando la superficie dell' acqua dell' influente fa qualche notabile discesa, per introdursi nel recipiente; senza però, che tutta l' acqua vi cada*: e questo effetto nasce dal fondo dell' influente, più basso del pelo del recipiente; ma non quanto basta per dare lo scarico a tutta l' acqua propria per la sezione, compresa tra la linea trasversale della larghezza del fondo dello sbocco, ed il pelo dell' acqua del recipiente.

Nel primo caso, quando, cioè, il fondo dell' influente è più alto del pelo del recipiente, non v' è chi possa dubitare, farsi uno scarico libero, ed in niuna maniera impedito dall' acqua del recipiente; anzi piuttosto, cessando nella caduta gl' impedimenti del fondo, e delle sponde, nel principio di essa, l' acqua scorre più veloce, e si assottiglia; e conseguentemente resistendo meno all' acqua, che immediatamente la seguita, questa anch' essa si rende più veloce, e così gradatamente per qualche spazio all' insù, finchè, non risentendosi più la felicità dello sbocco, l' acqua corre con quella velocità, che le attribuiscono le cause di essa, e che le viene permessa dalla qualità degl' impedimenti; quindi è, che *i fiumi, vicino a' loro sbocchi di tal natura, si diminuiscono di corpo, e formano la loro superficie sempre più inclinata all' orizzonte, disponendola nelle cadute libere, secondo il tipo d' una linea curva*: e quì si dee applicare tutto ciò, che abbiamo detto *nel capitolo antecedente*, parlando delle cateratte.

Ma perchè *i fiumi, che hanno il fondo capace di corrosione, non sopportano simili cadute*, mantenute ne' luoghi, dove si trovano, o dall' arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo, perchè, a causa della gran violenza, escavandosi il fondo, viene finalmente a profondarsi; perciò si fa luogo al secondo caso, che in fatti, è il più frequente, osservandosi, che *i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti, s' elevano, e s' abbassano di pelo con essi*; e si mantengono il fondo tanto basso, che possa dar' esito alle loro massime piene, sotto la superficie più bassa del recipiente (a); e perciò *i fiumi temporanei, non solo s'*

(a) Quello, che comunemente si osserva negli sbocchi de' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti, è, che il pelo dell' influente non fa una cascata sensibile per andarsi ad unire con quello del recipiente, eccettuandone al più il caso, che il primo fosse un torrente, al cui sbocco si fosse formato qualche ridosso assai alto, per accidentali deposizioni, ma nè pure un tale stato è durevole, mentre quando

lo s' uniscono colle superficie dell' acqua, ma ancora co' fondi de' proprj letti; come pure fanno, per la ragione medesima, i fiumi confluenti perenni, se portano eguali quantità di acqua.

Ne'

---

do nell' influente sopravvenga qualche considerabil corpo d' acqua, si rode ogni posatura, e si toglie la cascata.

Che poi il pelo dell' influente si spiani sulla superficie del recipiente nel senso, che l' Autore intende, cioè, che le due superficie vadano a far' angolo per l' appunto nella sezione dello sbocco, è difficilissimo accertarlo colle osservazioni, richiedendosi livellazioni troppo dilicate per determinare il punto del concorso di due piani, che comprendono ordinariamente fra loro un' angolo quasi insensibile. E quando di ciò si potesse essere ben sicuro in qualche stato dell' uno, e dell' altro fiume, non sarebbe certo, che lo stesso seguisse cangiandosi lo stato o dell' uno, o dell' altro, o per avventura d' amendue. In fatti dipendendo una tale costituzione delle due superficie da un' equilibrio, che segue nella sezione dello sbocco C B (*Fig. 70. Tav. XVIII.*) tra la forza dell' influente R C, e la resistenza del recipiente C D, non è necessario, o forse non è possibile, che lo stesso equilibrio succeda nella stessa sezione, quando si cangiasse o l' altezza del recipiente C D, o il grado di piena dell' influente. Come se a cagion d' esempio crescesse in questo la quantità assoluta dell' acqua, potrebbe darsi, che il suo pelo rialzato da tal' escrescenza, non si disponesse come in O C, ma come in O T, andando a concorrer col recipiente entro l' alveo di questo in T; e all' incontro, se l' influente scemasse d' acqua, potrebbe forse succedere, che il suo pelo abbassato non prendesse già la positura K C, ma un' altra come K F insinuandosi, e spandendosi il recipiente entro l' alveo dell' altro orizzontalmente fino ad incontrarlo in F; come vedremo nella annotazione 6.

Egli è ben vero, che quando l' influente, trovandosi una volta in istato di massima escrescenza (in cui supporremo ora essere il suo pelo O T) abbia talmente allargato, e profondato il suo sbocco da dar' esito per la sezione di esso a tutta la quantità d' acqua, che porta, sotto il pelo del recipiente costituito nella sua maggior bassezza, la quale figuriamo essere all' orizzonte C D, allora sebbene riducendosi l' influente allo stato di sua magrezza potrebbe il recipiente D C insinuarsi entro di esso, e incontrarne la superficie abbassata in un punto superiore allo sbocco, come in F, nulladimeno restando il tratto del fiume nelle parti soggette al rigurgito come morto, e con poca velocità, rimarrebbe facilmente interrito dalle torbide, che il recipiente vi deponesse in qualche sua escrescenza, anzi da quelle, che vi lascerebbe l' influente nello stesso calare delle sue piene, onde, purchè passasse assai di tempo fra una, e un' altra di queste, e il recipiente si mantenesse nel medesimo orizzonte; ristrignendosi, o alzandosi il detto tratto del fondo come in P I, si alzerebbe ancora il pelo basso dell' influente K F, e si potrebbe ridurre in K C a convergere col pelo D C a un dipresso nella sezione dello sbocco. E sebbene sopraggiugnendo poi una piena massima dello stesso influente, non potrebbe aver passaggio per la sezione diminuita C I, onde dovrebbe allo sbocco restar più alta del punto C, nulladimeno nè pure tale stato sarebbe durevole, attesochè quella forza d' una massima piena, che una volta ha potuto talmente allargare, e abbassare lo sbocco da cacciarsi tutta sotto la superficie C D, non mancherebbe di far di nuovo lo stesso effetto, che con poco sforzo potrebbe ottenere, non potendo l' interrimento P I (come quello, che sempre sarebbe stato sott' acqua) trovarsi assai saldo da resistere alla forza della fiumana corrente nello sbocco in maggior' altezza dell' orizzonte D C.

Da ciò si deduce non potersi errare di molto supponendo, che quando il recipiente è nella sua maggior bassezza D C, la positura ordinaria del pelo dell' influente o alto come K C, o basso come K C nelle parti vicine allo sbocco sia quella d' andare a concorrere col pelo del primo nel punto dello sbocco in C, potendosi

Ne' fiumi adunque *temporanei*, che s' unifcono infieme, *fe uno verrà colla fua piena, trovando l' altro in iftato di ficcità*, non fuccederà altro effetto, che quello, che farebbe un fiume, quale da un' alveo più an-

---

dofi ogni altra coftituzione riguardare come accidentale, e non durevole. Ma non potrebbe già tal difcorfo applicarfi agli altri ftati del recipiente, e prender per fuppofto, che in ogni altezza poffibile del pelo di quefto l' influente andaffe fempre ad unirfi con effo nella fezione dello sbocco. Imperocchè gli ftati d' altezza del recipiente non effendo così durevoli, come quelli della fua baffezza (che può dirfi lo ftato ordinario) non potrebbero, che per mero accidente combinarfi per tal modo gl' interrimenti, e le efcavazioni da mantenere fempre la capacità dello sbocco proporzionata a quelle quantità d' acqua, che di mano in mano portaffe l' influente; il che non ho voluto tacere, avvegnachè non fia del tutto conforme a ciò, che l' Autore ha fuppofto in quefto capo, prendendo per regola quafi univerfale, che i peli di due fiumi concorrano l' uno coll' altro nello sbocco.

Il difcorfo finora fatto non fi può totalmente applicare quando il recipiente foffe il mare, non folo perchè in effo niuno ftato d' acqua è durevole a cagione del perpetuo movimento di fluffo, e rifluffo, a cui egli è foggetto, ma eziandio, perchè ne' fuppofti, ne' quali fi è parlato, non fi è confiderata nel recipiente altra refiftenza, che quella, che nafce dall' equilibrio delle fue acque, le quali perciò fi vogliono fupporre come ftagnanti, e fenza alcun moto, o almeno fenza alcuna direzione, per cui fiano fpinte contro lo sbocco; laddove il mare nel fluffo ha un principio di movimento, che lo porta verfo la fpiaggia. Quindi è, che il pelo degl' influenti ancorchè inclinati nelle parti vicine a' loro sbocchi in mare fi trova fpeffe volte affatto orizzontale, e fpecialmente ove fiano in magrezza rifpetto alle loro proprie acque, infinuandofi entro di effi il mare nel fluffo, e andando ad incontrarne la fuperficie dentro il loro alveo, come in F. Ove poi il recipiente, di cui fi tratta, fia un' altro fiume, conviene avvertire, che lo ftato di fua maggior baffezza non è il medefimo, quando l' influente, che dee sboccarvi, fia magro, e quando fi trovi in efcrefcenza, dovendofi in quefto fecondo cafo l' orizzonte della maggior baffezza del primo rialzar di tanto, quanto una piena dell' influente può rialzarlo. Tal diverfità facilita fempre il concorfo de' peli nella fezione dello sbocco, mentre diminuifce la fezione dello sbocco all' influente povero d' acqua, e l' aumenta a lui medefimo, fe ne è abbondante.

Dalle cofe finora dette fi raccoglie (ciò che l' Autore ha avvertito nel §. feguente) che ne' fiumi capaci di corrofione, e già ftabiliti, cioè in quelli, che hanno potuto una volta allargare, ed abbaffare il loro sbocco fino a fegno da dar paffaggio a tutta l' acqua d' una loro maffima piena fotto il pelo infimo del recipiente nella fezione del detto sbocco, la velocità, che hanno in quefta fezione, ancorchè il recipiente fia nella fua maggiore baffezza, fempre è impedita, e minore di quella, che produrrebbe la difcefa del fiume dalla fua origine o reale, o equivalente, e di quella eziandio, che produrrebbe l' altezza corrente dell' ifteffa fezione, fe foffe libera; e perciò è indifpenfabile, che effa fezione fia più capace delle altre, per le quali paffa la fteffa quantità d' acqua, e che fono efenti da tale impedimento; o fia poi, che tale capacità maggiore fi fia acquiftata in profondità, o in larghezza, o nell' una, e nell' altra dimenfione. E lo fteffo proporzionalmente fi dee applicare alle altre fezioni fuperiori a quella dello sbocco, fino a quel fegno ove rifentono del detto impedimento (che è ciò, che fi chiama rigurgito) e a mifura, che ne rifentono. Maggiore fi fa poi l' impedimento predetto, ove il recipiente fi alzi di fuperficie, e a maggior diftanza fe ne può eftender l' effetto.

Si raccoglie in oltre, che quantunque l' alveo d' un fiume fi fupponga ftabilito in ogni altra fua parte, tanto in declività, che in larghezza, tuttavia il fuo sboc-

angusto passasse ad uno più dilatato; solamente *rigurgiterà l' acqua dell' influente all' insù per l' alveo dell' altro*, fino a quel segno, che sta a livello coll' altezza della piena, e nell' alveo comune; ma, *se il fiume recipiente sarà perenne, non si dee dubitare, che l' altezza dell' acqua di esso non faccia qualche impedimento*, e contrasto a quella, che influisce; ciò rendesi manifesto dal considerare, che, cessando l' acqua influente, quella del recipiente rigurgiterebbe; come in tal caso, di fatto rigurgita per l' alveo dell' influente; e perciò quella forza medesima, che può spingere l' acqua del recipiente all' insù, s' oppone all' ingresso dell' influente. Può questa considerarsi in due maniere; cioè, (1) *o come il solo momento della pressione dell' acqua*; e questa, siccome non può spingere il rigurgito, che sin dove arriva l' orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti dell' impedimento, che apporta all' influente (a); *o pure* (2) *vi si aggiugne l' impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna* (b); e questo,

---

sbocco fino ad una certa distanza sempre mai è soggetto a qualche vicenda d' interrimento, e di escavazione, ma dentro certi limiti, nè può mai dirsi stabilito se non quanto si va librando fra' predetti limiti, secondo gli accidenti considerati nella presente annotazione.

(a) Questa asserzione pare così evidente, che non abbia bisogno di prova. Nè si dica, che quella sezione AB (*Fig. 71. Tav. XVIII.*) al cui fondo B arriva precisamente il livello della superficie del recipiente, essendo appoggiata alla sezione inferiore a lei contigua, e questa di mano in mano all' altra CD &c. più vicine allo sbocco EF, le quali tutte si alterano, e si rialzano per le resistenze, che incontrano, debba restare anch' essa sostenuta, e risentirsi di tal resistenza; imperocchè quando è fatto l' equilibrio delle forze dell' influente, e del recipiente, e il pelo del primo si è renduto permanente in AE, certo è, che per tutte le sezioni DC, EF &c. si scarica la medesima quantità d' acqua, che si affaccia ad AB; dunque non ha questa alcuna cagione, che l' obblighi ad arrestarsi, e ad alzarsi. Nè fa caso, che la velocità delle dette sezioni, come DC, essendo minore di quella di AB, possa farle contrasto, e trattenerla in collo, perchè in ricompensa della minor velocità succede la maggior ampiezza delle medesime, o sia per la loro maggiore profondità [come nella figura si è espresso] o per la maggior larghezza, che necessariamente debbono avere, se essendo meno veloci non sono più alte, e perciò l' acqua, che si presenta ad AB, resta nella sua libertà di scorrere spandendosi nella maggior capacità delle dette sezioni, comecchè entrata poscia in esse debba anch' ella rallentarsi di moto. Anzi l' esperienza dimostra, che nè pure l' effetto del rigurgito non si rende sensibile in tanta distanza, come si scorge nel Pò, il cui fondo non lungi dalla Stellata essendo a un dipresso a livello del pelo basso del mare, ciò non ostante non soffre il pelo di quel fiume alcun minimo cangiamento non solo nelle cotidiane vicende del flusso ordinario, ma nè pure nelle maree, che talvolta si alzano allo sbocco da cinque piedi; e appena tali mutazioni si manifestano al Ponte del Lagoscuro situato da 10., o 11. miglia più verso gli sbocchi, come si rileva dalle osservazioni de' segni stabili, fatte nella visita del 1711., il che mostra, che in pratica non solo nel punto B, ma nè pure per buon pezzo al di sotto la resistenza del recipiente (almeno in un fiume di sì poca inclinazione, come è il Pò) non fa alcun notabile effetto.

(b) Un tal caso può succeder nel mare, quando spinge con violenza le sue onde entro lo sbocco d' un fiume, o pure in un

ſto, ſe non ſi rifrange dagl' impedimenti dell'alveo influente, come per lo più ſuccede, è potente a fare avanzare il rigurgito &c. qualche coſa di più, di quello, che porta la forza del ſolo equilibrio.

Co' mezzi medeſimi può operare l'acqua del fiume influente, affine di ſuperare il contraſto del recipiente; poichè ella può fare lo sforzo alla foce, o per ſolo momento di preſſione; o per quello dell' impeto preconceputo; per lo ſolo momento di preſſione, trovandoſi l' acqua tanto dell' uno, quanto dell' altro all' altezza medeſima; tanto contraſta l'acqua, che impediſce lo sbocco, quanto fa forza quella, che tenta di acquiſtare lo ſcarico; e perciò eſſendo equilibrate le forze per queſto capo, reſta, che la prevalenza del fiume, ch' eſce dallo sbocco, ſi deſuma dall' impeto. Può queſto naſcere, o in tutto, o in parte: (1) Dalla diſceſa, la quale, avendo cominciato a rendere veloce l' acqua, aſſai più ſopra allo sbocco, non può di meno, di non eſſere maggiore, e di non ſuperare il momento della ſola preſſione dell' acqua recipiente. (2) Può naſcere il medeſimo impeto dalla ſola preſſione; ma perchè l'impeto è accompagnato da una velocità attuale, con una determinata direzione; ed il conato della preſſione non è, che una velocità potenziale, ſenza alcuna vera determinazione; ma bensì indifferente a riceverle tutte; ne ſegue, che l' impeto dell'acqua dell' influente prevalerà alla ſola preſſione (a); e perciò, ſcacciando dallo sbocco l' acqua del recipiente, entrerà nell' alveo di queſto, e prenderà i di lui moti, e direzioni.

Sia per maggiore chiarezza AC (*Fig. 47. Tav. XI.*) l' altezza dell'

---

un fiume recipiente, che incontri l' influente con direzione oppoſta al corſo di queſto o almeno inclinata ad angolo ottuſo dalla parte ſuperiore.

(a) Non ſaprei figurarmi il caſo, che l'impeto dell' acqua dell' influente naſceſſe dalla ſola preſſione, e ciò non oſtante poteſſe prevalere alla reſiſtenza del recipiente, ſe non quando il primo foſſe orizzontale anco in ſuperficie, e allo sbocco di eſſo ſi affacciaſſe ad un tratto l' acqua del recipiente, purchè con ſuperficie alquanto più baſſa di quella del detto fiume [o almeno più baſſa di quella, la cui preſſione ſpigne quella del fiume] perocchè in tal caſo ſeguiterebbe tuttavia ad uſcire dallo sbocco, ſe non tutta l' acqua, che prima per eſſo correva, almeno tutta quella quantità, che in tale ſtato vi potrebbe correre. Ma in tal caſo parmi, che, propriamente parlando, la preſſione del fiume influente prevaglia a quella del recipiente, non tanto per eſſer la prima congiunta con velocità attuale, laddove in queſta è ſolamente potenziale (come l' Autore ſi eſprime) quanto perchè la detta velocità attuale è maggiore di quella, che potrebbe produrre la preſſione dell' acqua del recipiente; e in fatti ſe l' influente nel preſentarſi al recipiente ne trovaſſe la ſuperficie per l' appunto allo ſteſſo livello, ſi eſtinguerebbe ogni impeto, ed ogni velocità, rimanendo la direzione del moto indeterminata fra due forze eguali, ed oppoſte. Quando poi l'influente è qualche poco inclinato non ſi può pretendere in rigor mattematico, che almeno la ſuperficie di eſſo non abbia qualche poco d'impeto conceputo per la diſceſa.

dell' acqua del fiume influente (*a*), e sia il punto A la superficie dell' acqua nello sbocco: certa cosa è, per le cose dette di sopra, che se il fiume correrà per velocità acquistata nella discesa per l'alveo inclinato,

---

(*a*) Dopo di aver considerata in generale la resistenza del recipiente all' influente, si passa in questo luogo a dir qualche cosa di più particolare intorno alle proporzioni, e alle leggi di tal resistenza, cioè con qual regola si alterino le velocità de' fiumi per lo contrasto, che ricevono da' loro recipienti: materia certamente oscura, e di cui riconosce l' Autore medesimo le difficultà, nè so se queste possano per anco dirsi totalmente appianate da quelli, che dopo lui hanno scritto. Stimò egli potersi rappresentare la proporzione delle resistenze nelle diverse profondità delle parti dell' acqua sotto la superficie del recipiente [quando questi sia stagnante, e privo d'ogni moto, o almeno senza alcuna direzione, che contrasti con quella dell' influente] colle applicate d'un triangolo per esser queste proporzionali alle dette profondità, in ragione delle quali giudicò, che stessero le resistenze, come vi stanno senza dubbio i pesi, o le pressioni, come egli spiega in questo luogo; ma quand' anco sussistesse tal proporzione, che altri non ammettono, non si potrebbe [come egli stesso avverte] rilevare da ciò alcuna misura degli effetti delle resistenze, essendo a tal fine necessario non pure sapere la proporzione di queste fra loro, ma anco colle forze dell' acqua del fiume, il che egli non ha determinato.

Il Sig. Marchese Poleni nel trattato *De motu aquæ mixto* volendo rappresentare con una linea curva le velocità delle diverse parti dell' acqua all' uscire dalla luce AB (*Fig. 72. Tav. XVIII.*) d'un vaso AD immerso in altr' acqua stagnante fino al livello GCE, considerò, che posta BA l' altezza dell' acqua entro il vaso sopra il suo fondo B, le velocità libere, cioè quelle della parte AC della luce doveano terminare ad una parabola ACE descritta coll' asse AC col vertice A, ma le impedite, cioè quelle della parte BC doveano esser tutte eguali a quella del punto C, e però terminare alla retta EF parallela a BC; perciocchè dal punto C in giù equilibrandosi la pressione dell' acqua entro il vaso colla resistenza dell' acqua esteriore GCE non rimaneva, che l' eccesso AC della pressione di quella del vaso, che potesse imprimere velocità a quella, che si affacciava alla parte impedita BC. Quindi il complesso delle velocità di tutta la luce AB veniva rappresentato per lo spazio parte parabolico, parte rettilineo AEFB. Ma perchè le sperienze mostravano, che da tutta la luce predetta AB usciva in un dato tempo alquanto meno d' acqua di quello, che un tal discorso avrebbe richiesto, (il che risultava dal confronto d'altre sperienze da lui fatte colla medesima luce, e sotto la medesima altezza AB senza l' impedimento dell' acqua esteriore GCE) prese per ipotesi, che la resistenza dell' acqua GCE facesse alterare eziandio le velocità libere fra A, e C, salva tuttavia la ragione dimezzata delle altezze; e perciò conchiuse doversi bensì esprimere le dette velocità libere per una parabola, ma di minor parametro di quella, che le esprimerebbe rimosso il detto impedimento, e doversi poscia le impedite rappresentare per un rettangolo fatto sulla medesima ordinata della detta nuova parabola, coll' altezza BC, e diede ancora alcune formole per trovar a un dipresso la proporzione del detto parametro a quello della parabola ACE, che si prendesse per esprimer le velocità, quando tutta la sezione AB fosse libera.

Ma il Padre Ab. Grandi nella proposizione 35. del libro 2. del movimento delle acque stima, che le resistenze dell' acqua di un recipiente stagnante, o considerata come stagnante, si debbano esprimere per quelle velocità, che essa è atta a produrre, e che in fatti si sforza di produrre nell' affacciarsegli l' acqua dell' influente col tentare d' insinuarsi entro il suo alveo, per modo, che il recipiente tanto di velocità distrugga in ciascuna parte dell' acqua, che entra in esso, quanto appunto sarebbe atto ad imprimergliene colla sua pressione; e però essen-

nato, le velocità della perpendicolare AC termineranno al segmento parabolico BHD, dimodochè la figura ABDC sarà il complesso, o somma delle velocità di detta perpendicolare. In oltre, se ci immagi-nere-

sendo le velocità, che egli potrebbe produrre, in ragione dimezzata delle sue altezze, ne segue, che le resistenze si rappresentino anch'esse per una pararabola, che abbia il vertice nella superficie del recipiente, e per asse l'altezza di essa sopra il fondo dello sbocco, la qual parabola dee avere il medesimo lato retto, che l'altra rappresentante le velocità [la quale ha il suo vertice nell'origine reale, o equivalente del fiume] acciocchè quando nell'una la discesa è eguale all'altezza dell'altra, le velocità prodotte siano fra loro eguali.

Finalmente il Sig. Pitot trattando di questo argomento nelle memorie dell'Accademia Reale delle Scienze del 1730., benchè non si avanzi a determinare la scala delle resistenze, stabilisce tuttavia in generale di quanto la velocità totale dell'influente debba scemare per lo contrasto del recipiente nella sezione dello sbocco. Egli trova dunque in primo luogo mediante una formola universale analitica la perdita di velocità, che farebbe un fiume BACD [*Fig. 73. Tav. XVIII.*] se nello sbocco AC incontrasse un'altro fiume MACP, la cui direzione LE fosse diametralmente opposta alla direzione del primo KE. Quindi riducendo il teorema al caso particolare, che la velocità del fiume MACP fosse nulla, trova, che il fiume BACD sempre dee perdere la metà di quella velocità, con cui si presentò allo sbocco AC, e con cui sarebbe sboccato se non avesse incontrato l'ostacolo del recipiente. Giova riferir quì la sua dimostrazione ristretta a questo caso particolare, e sviluppata dalle specie analitiche, affinchè s'intendano i fondamenti, sopra i quali egli ha avanzata una tal regola. Parmi dunque, che si riduca al seguente discorso.

Intendasi adattato alla sezione dello sbocco un piano materiale AEC [come a dire una sottilissima lastra di vetro, o d'altro, che sia] al quale si affaccia ad un tempo stesso da una parte l'acqua dell'influente con quella velocità, con cui essa giugne allo sbocco, e dall'altra si appoggi nella medesima altezza l'acqua del recipiente, priva tuttavia d'ogni moto. Certo è, che il piano AEC non potrà concepire per l'impulso di quella del fiume tutta quella velocità, di cui questo è dotato, come farebbe se non trovasse alcun contrasto. Per determinar dunque di quanto la velocità, che concepirà il piano, sia per mancare da quella del fiume, si consideri, che essendo il piano spinto da una forza col contrasto della resistenza di quel fluido, che dee traversare, è necessario, che egli venga da queste due cagioni determinato ad un tal grado di velocità, posto il quale l'azione della forza, e la reazione della resistenza fra loro si equilibrino, altrimente prevalendo la forza, il piano concepirebbe velocità maggiore, e minore prevalendo la resistenza. La velocità dunque, che dovrà prendere il piano allo sboccare del fiume dal suo alveo, sarà quella, che è necessaria, affinchè la resistenza, che gli farà l'acqua del recipiente, la qual resistenza è variabile dipendentemente dalla stessa velocità del piano, uguagli la forza, che avrà il fiume a spigner il piano, la qual forza è anch'essa variabile dipendentemente dalla detta velocità, mentre consiste nell'eccesso della velocità del fiume sopra quella del piano, giacchè con questo solo eccesso [che è la velocità rispettiva del fiume] farà forza il fiume contro il piano per moverlo, restando senza alcun'effetto in ordine a tal moto quella parte di velocità, che è comune al piano, ed al fiume. Ora la resistenza dell'acqua stagnante, che risponde a qualsivoglia velocità d'un mobile entro di essa, è uguale alla forza, con cui l'acqua spignerebbe lo stesso mobile, se stando egli fermo essa si movesse contro di lui colla medesima velocità, e questa forza si esprime per lo quadrato del detto eccesso; dunque il piano dee concepir tal velocità, che il quadrato di essa sia eguale al quadrato dell'eccesso delle velocità del fiume sopra lei medesima, e però è necessario, che la velocità del

neremo, che operino dalla parte opposta i conati soli della pressione del fiume recipiente; essendo questi tra loro in proporzione delle altezze, saranno le loro impressioni contenute nel triangolo C A D, il quale

del piano sia eguale a tal'eccesso, o quel, che è il medesimo, che la velocità del piano sia la metà di quella del fiume. Dunque finalmente [conchiude il Sig. Pitot] o vi sia il piano materiale A E C, o non vi sia, dovrà l'ultima superficie, o falda dell'acqua del fiume in quell'istante, che esce dall'alveo, e sbocca nel recipiente, ridursi alla metà di quella velocità, con cui vi sarebbe sboccato, se non avesse incontrato l'ostacolo di esso al suo sbocco.

In questa ingegnosa dimostrazione pare, che l'Autore consideri quella sola resistenza, che fa l'acqua del recipiente all'esser divisa, e traversata dal corso del fiume influente per quella forza comune a tutte le parti della materia, e che chiamano d'*inerzia*, la quale resistenza appunto ne' fluidi è proporzionale al quadrato delle velocità del corpo, che entro di esso si dee movere, ed è la medesima per qualunque direzione, e in qualunque profondità debba seguire il moto, variandosi solo al variarsi delle velocità; laddove nelle altre ipotesi addotte di sopra pare, che sia stata considerata quella sola resistenza, che il recipiente fa col suo peso all'ingresso dell'influente, la quale è varia a diverse profondità, e si esercita contro lo sbocco per direzione orizzontale, senza aver' alcuna dipendenza dalla velocità dell'influente. Converrebbe forse aver riguardo all'una, ed all'altra di queste due cagioni di resistenza per dedurne la vera regola, e la scala delle resistenze totali del recipiente, del che qualche cosa diremo nell'annotazione seguente.

Tralascio ancora di ponderare se nel surrogare, che si fa al piano materiale A E C l'ultima superficie dell'acqua, che arriva allo sbocco rimanga alcuno scrupolo. Solamente osservo, che supposta la verità del teorema, e figurando, che si tratti d'un fiume P Q (*Fig. 74. Tav. XVIII.*) il quale liberamente scorra senza alcuno impedimento dalla sua origine P allo sbocco Q, resta dimostrato, che quella velocità, a cui egli si ridurrà allo sbocco, sarà eguale a quella, che ebbe in R a un quarto della sua discesa dopo l'origine [per esser le velocità in tal supposto, come le radici quadrate delle discese] ma non è già dimostrato, che tutte le sezioni da un quarto della discesa in giù si debbano ritardare, e ridurre alla stessa velocità, a cui si riduce la sezione dello sbocco, potendo darsi, che le più lontane seguitino tuttavia ad accelerarsi almeno fino a quella sezione G F, al cui fondo G arriva l'orizzonte del recipiente H X, come si è detto nell'annotazione 2. c. 417. E però supposte le sezioni di figura rettangola, e di larghezza uniforme, e supposto, che per l'alzamento, che dee seguir' allo sbocco non si aumentasse la velocità, dovrebbe bensì la sezione QX alzarsi fino in QZ doppia della stessa QX, ed eguale ad R Y, che è situata a un quarto della discesa, ma le sezioni di mezzo V T, F G potrebbero ciò non ostante rimaner tutte meno alte delle estreme R Y, Q Z, senza che però alcuna fosse la metà meno. Quindi è forse che il Sig. Fontanelle riferendo questo passo del Sig. Pitot nell'istoria dell'Accademia del detto anno 1730. si è contentato di dire, che da R Y in giù non dovrebbe correre fra le sezioni del fiume, che poca differenza di velocità, nè di altezza.

Per altro ne' fiumi naturali capaci di corrosione, secondo le cose dette, non si potrebbe mantenere l'eccesso d'altezza X Z sopra il pelo del recipiente [almeno ove questo durasse lungo tempo nella positura H X, come succede nelle sue maggiori bassezze] ma rendendosi lo sbocco o più largo, o più cupo, si torrebbe la cascata X Z, e tutto il fiume anco nelle sue piene farebbe passaggio sotto il pelo X H in quella profondità X S, che a ciò fosse necessaria.

Da ciò parrebbe, che si potesse inferire, che quando un fiume porta il suo pelo permanente X Y ad unirsi nello sbocco col pelo del recipiente H X in X, la metà dell'altezza S X [la quale si supponga esse-

le detratto dal ſegmento parabolico, reſterà il triangolo miſto A B H D, che miſurerà l'eccesso delle velocità, ſopra l'energia de' conati; e perciò, eſſendo queſti ſuperati da quelle, potrà il fiume influente entrare nel recipiente. Similmente, poſto, che il fiume influente correſſe colla ſola velocità, dovuta all'altezza del corpo d'acqua; eſſendo che tali velocità occupano la figura di una parabola, come C A D B (*Fig.* 48. *Tav. XI.*), e le impreſſioni del conato, quella del triangolo C A B; le velocità dell'influente ſupereranno, anche in queſto caſo, le impreſſioni de'conati, che fa l'acqua del recipiente, di quanto importa la figura A B D; con queſta avvertenza però, che dette figure reſidue, non danno alcuna coſa di aſſoluto, per non poterſi determinare la proporzione della forza della velocità maſſima alla forza del conato maſſimo, nella medeſima maniera, che non è paragonabile la forza della percoſſa, a quella della ſemplice gravità; eſſendo però certo, nell'uno, e nell'altro caſo, che maggiore è la forza di un grave moſſo, di quella, che avrebbe il medeſimo, trovandoſi nel ſemplice conato al moto; il che, nel noſtro caſo, vuol dire, che la baſe della parabola C A B, o del ſegmento C A B D, dovrà ſempre eſſere maggiore della baſe del triangolo C A D, o C A B, dal che ne naſce la prevalenza delle velocità ſopra de' ſemplici conati.

Non è dunque *poſſibile, che un fiume influente, il quale abbia lo sbocco a ſeconda del corſo del recipiente, o che entri in un' acqua ſtagnante ſia rigettato da eſſa*; anzi piuttoſto, a miſura dell' impeto, che avrà nell' ingreſſo, farà mutare, o prendere qualche direzione all'acqua, dentro della quale eſſo ſi ſcarica; come abbiamo detto, dover ſuccedere a' laghi

---

eſſere M S] foſſe quell' altezza, con cui il fiume in quella tal portata d'acqua ſarebbe arrivato allo sbocco, ſe non aveſſe avuto il contraſto del recipiente; poichè dovendo, ſecondo il teorema, la velocità dello sbocco impedito eſſere la metà di quella dello sbocco libero, dovrà all' incontro l'altezza nello sbocco libero S M eſſere la metà della S X, che è quella dello sbocco impedito, purchè la ſezione dello sbocco ſia un rettangolo. Ma un tal diſcorſo non reggerebbe, imperocchè il fiume non ſi ſoſtiene all' altezza S X per quel ſolo impedimento, che avrebbe potuto fargli il recipiente, ſe ſi foſſe preſentato ad eſſo in quell' altezza, che richiedeva la ſua velocità libera, ma per tutto quel contraſto di più, che il recipiente gli ha fatto, fino a che l'influente ſi ſia ſtabilito, & equilibrato con eſſo, il che ſi ſuppone eſſer ſeguito nella detta altezza S X, appunto come ſe l' influente correndo libero aveſſe trovato il recipiente all' orizzonte della ſua altezza nello sbocco, e poi nell' alzarſi, che ha dovuto fare per la velocità ſcemata, ſi foſſe ad un tempo ſteſſo andato alzando anco il recipiente fino a che ſi foſſero equilibrati.

Si ſono dovute riferire queſte varie ipoteſi intorno alle reſiſtenze, che ſoffrono i fiumi da' recipienti nel loro sbocco, affinchè ciaſcuno poſſa ſcegliere quella, che ſtima più ragionevole, o forſe ſurrogarne ad eſſe alcun'altra, quando in niuna di eſſe reſtaſſe interamente ſoddisfatto, dovendo tale ſcelta a mio credere dipendere più, che da altro, dalle eſperienze.

ghi &c. *nel capitolo antecedente*. Non v'ha dubbio però, che, *se l'acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell'influente, non possano crescere i conati della prima tanto, da pareggiare, o superare le velocità della seconda* (*a*); ma in tal caso, ritenuta l'acqua nell'alveo dell'influente, s'alzerà ben presto di corpo, in soccorso delle velocità ritardate, che però mai non potrà rimettere allo stato di prima; perchè ac-

 cre-

(*a*) La diversità delle ipotesi tanto delle velocità de' fiumi, quanto delle resistenze, che soffrono da' recipienti negli sbocchi, e il non aversi positiva certezza, che alcuna di esse sia veramente conforme alla natura, rende estremamente difficile, e talvolta impossibile il ridurre a regola, e a misura gli effetti, de' quali quì si tratta in qualsivoglia stato o sia dell'influente, o del recipiente.

Il metodo con cui si dovrebbe procedere in tal ricerca parmi, che sia quello, che ci ha indicato il P. Ab. Grandi nella proposizione 36. del lib. 2. avendolo adattato a quelle ipotesi delle velocità, e delle resistenze, che egli seguita. Suppone egli, che il fiume si vada tuttavia accelerando nella sua discesa, onde le sue velocità libere nella sezione dello sbocco si rappresentino [*Fig. 75. Tav. XVIII.*] per un segmento della parabola O H, il cui vertice O sia nell'orizzonte dato O L dell'origine reale, o equivalente del fiume. Data dunque (o calcolata per mezzo d'altri dati) l'altezza M B, sotto cui egli giugnerebbe allo sbocco in quella portata d'acqua, in cui si ritrova senza l'impedimento del rigurgito, e dato l'orizzonte del recipiente A T (il quale, quando il recipiente sia un'altro fiume, si dee intendere alzato di tanto, quanto l'influente può farlo alzare in tale stato) vuole, che si descriva la curva delle resistenze, che egli suppone essere un'altra parabola A S del medesimo parametro della prima, e col vertice nella superficie del recipiente allo sbocco A. Indi condotte le ordinate M R. A F alla parabola O H, lo spazio M R H B rappresenterà il complesso delle velocità libere dell'influente nello sbocco, e per conseguenza esprimerà la quantità dell'acqua, che si dee scaricare per lo sbocco, e per qualsivoglia altra sezione del fiume; e parimente lo spazio A F H B rappresenterà la quantità dell'acqua, che colla medesima scala delle velocità libere passerebbe per lo sbocco sotto tutta l'altezza AB; ma detrattene le resistenze espresse per la parabola A S B, rimarrà lo spazio A F H S, che esprimerà ciò, che resterebbe di vivo alle velocità della scala A F H B, e per conseguenza mostrerà la quantità d'acqua, che si scaricherebbe sotto l'altezza A B colle velocità impedite dal rigurgito. Se dunque lo spazio A F H S sarà eguale allo spazio M R H B, passerà sotto l'altezza A B, non ostante l'impedimento del rigurgito, tutta per l'appunto l'acqua, che porta il fiume, e però il pelo di esso si alzerà fino in A, come in P A, e concorrerà nello sbocco coll'orizzonte del recipiente T A. Ma se A F H S fosse minore di M R B H sarebbe d'uopo, che l'influente si alzasse nello sbocco sopra di A, come in Y talmente, che ordinando Y I, lo spazio A Y I H S uguagliasse il dato M R H B, andando poscia il suo pelo ad incontrar quello del recipiente dentro l'alveo di questo; e al contrario ove A F H S fosse maggiore del predetto spazio dato, l'influente prima di giugnere allo sbocco si seppellirebbe sotto l'orizzonte del recipiente prodotto entro l'alveo del primo, e andrebbe poi a passare per la sezione dello sbocco di sotto da A, come in X, cosicchè ordinando X G C, lo spazio G C H S fosse eguale al dato, onde nell'uno, e nell'altro caso sarebbero determinabili i punti Y, X. Anzi applicando la medesima costruzione alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, e che risentono qualche effetto di rigurgito (le quali avranno i vertici delle parabole esprimenti in esse le velocità libere nel medesimo orizzonte O L) si ponno trovare quanti altri punti si vogliono del pelo dell'influente sostenuto dal rigurgito, e determinarne la positura P A, ovvero V Y, o pure D X secondo i tre

casi

cresciuta la sezione, per l'alzamento dell'acqua allo sbocco, l'impeto preconceputo si spargerà per essa; e perciò resterà in ogni parte minore. Che se l'acqua del recipiente crescerà con più celerità di quello, che possa elevarsi l'acqua dell'influente, come succede, quando questo è assai magro; allora l'acqua dell'altro, non solo sul principio, le impedirà l'ingresso; ma ancora entrerà nel di lui alveo, e concorreranno

---

casi predetti, o rettilinea, o curvilinea, che ella sia, e con ciò avere ancora, almeno per approssimazione nel secondo, e nel terzo caso il punto del concorso delle superficie de' due fiumi coll'orizzonte T A. Conviene però avvertire, che se questo orizzonte A T fosse più alto del punto O, il recipiente dovrebbe correre all'insù per l'alveo dell'influente, caso, che può succedere facilmente in queste ipotesi, ove l'origine equivalente L non sia molto alta.

Ritenendo l'istessa supposizione intorno alle velocità libere dell'influente, cioè supponendole di nuovo terminate [*Fig. 76. Tav. XVIII.*] alla parabola OH col vertice O nell'orizzonte OL dell'origine del fiume o reale, o equivalente, e la quantità d'acqua, che per esso scorre espressa dallo spazio MRHB della detta parabola, se si supponesse secondo l'ipotesi del Sig. Pitot doversi dal contrasto del recipiente non solo diminuire per metà la velocità totale dell'influente, come egli vuole, ma scemare parimente (come è verisimile in tal supposto) della metà ciascuna delle velocità parziali delle diverse parti dell'acqua nelle sue diverse profondità; la scala delle resistenze sarebbe di nuovo un'arco di parabola GQ compreso fra le ordinate AF, BH, il cui vertice O sarebbe il medesimo, che quello della parabola OH, ma il parametro suqquadruplo di questa, che così le velocità AF, BH &c. rimarrebbero per l'appunto ridotte dalla resistenza del recipiente alla loro metà AG, BQ &c. In tal supposizione dunque, se lo spazio GFHQ, il quale esprimerebbe la quantità d'acqua, che non ostante l'impedimento del rigurgito potrebbe passare per la sezione AB, si trovasse eguale allo spazio MRHB esprimente la quantità d'acqua dell'influente, si alzerebbe questo fino in A, come nel primo dei tre casi poc'anzi distinti, ma se GFHQ fosse minore di MRHB, si farebbe luogo a ciò, che si è detto nel secondo caso, e se maggiore, nel terzo; e l'istesso discorso avrebbe luogo se la scala delle resistenze GQ fosse qualsivoglia altra curva, ritenuta sempre per la scala delle velocità la parabola OH.

Si supponga ora, che le velocità libere dell'influente, in vece di terminare alla parabola OH, che ha il vertice in un punto fisso O, terminino ad un'altra parabola, il cui vertice si debba trovar sempre nella superficie dell'acqua dell'influente, o almeno a pochissima altezza sopra di essa, e per conseguente vada alzandosi, o abbassandosi a misura, che essa si alza, o si abbassa, come richiedono le ipotesi del nostro Autore, volendo egli, che ne' fiumi dopo scorso qualche tratto dalla loro origine si spenga affatto la velocità della discesa (fuorchè nella superficie, o vicino ad essa, dove qualche poco ne rimanga, senza aumentarsi però di vantaggio nel proseguimento della discesa per lo meno, finchè dura l'istessa pendenza) onde la loro velocità libera, dipende quasi del tutto dall'altezza viva, sotto cui corrono nelle loro sezioni. In tali supposti sia (*Fig. 77. Tav. XVIII.*) BM l'altezza con cui passerebbe l'acqua del fiume per la sezione dello sbocco senza il rigurgito (la qual'altezza si può prendere in queste ipotesi, come eguale a quella delle sezioni superiori egualmente larghe, e non soggette a rigurgito) e la quantità dell'acqua sia rappresentata dalla parabola MBH, che abbia il vertice M nella superficie M, o in qualche piccola altezza sopra di essa. Sia l'orizzonte del recipiente AT, e ritenendo l'ipotesi delle resistenze del Padre Ab. Grandi descrivasi col vertice A la parabola AS, il cui lato retto sia il medesimo, che quello della parabola MH. E' mani-

no a farlo elevare di pelo, non solo l' acqua trattenuta, ma la rigurgitata; e fatto che sia l' alzamento, a un dipresso, fino al livello della piena del recipiente, resterà l' acqua, quasi senza moto apparente, e farà l' effetto di un lago, che riceva dalla parte superiore, l' afflusso continuo di poca acqua; onde, siccome ne' laghi l' acqua esce dall' emissario, così anche in questo caso, è necessario, che l' acqua esca per la

manifesto, che volendosi considerare, come affatto nulla la velocità della superficie, che avrà l' influente rialzato dal rigurgito, onde la parabola delle velocità libere (la quale dee avere lo stesso parametro colle due MH, AS) abbia il vertice nella stessa superficie dell' influente, non potrà tal superficie stabilirsi nel punto A, nè di sotto al punto A, perciocchè passando per A coinciderebbe colla parabola delle resistenze AS, onde per la sezione AB niente affatto di acqua potrebbe aver' esito, e molto meno passando di sotto ad A, dove prevalerebbero le resistenze alle velocità, onde dovrà per necessità il pelo dell' influente alzarsi di sopra al punto A, come in N a tale altezza, che descritta col detto lato retto la parabola NL, lo spazio ANLS uguagliasse lo spazio dato MHB, e però in questa combinazione d' ipotesi sempre converrebbe, che l' influente si alzasse allo sbocco più del recipiente, a qualunque altezza si trovasse quest' ultimo, e qualunque fosse la portata d' acqua del primo. Che se la velocità della superficie dell' influente dopo l' alzamento, che dee seguirne. non si volesse riguardare, come totalmente nulla [e tale certamente non può essere in rigor mattematico, ove essa sia pur qualche poco inclinata] allora potrebbe bensì il pelo dell' influente stabilirsi ora nel punto dello sbocco A, ora sopra, ed ora eziandio qualche poco sotto di esso, ma sarebbe impossibile il determinare il punto preciso, se non si sapesse quanta velocità converrebbe alla superficie di quel fiume in qualsivoglia suo possibile alzamento, per potere da tal velocità nota, dedurre [se pur questo ancora fosse possibile] l' altezza del vertice della parabola sopra la superficie rialzata, e con ciò cercar poscia quella posizione di superficie, sopra cui prendendo la dovuta altezza per aver' il vertice, e descrivendo la parabola, lo spazio compreso fra essa, e la parabola delle resistenze AS terminato di sotto all' ordinata del fondo, e di sopra a quella della superficie dell' influente uguagliasse il detto spazio MHB esprimente la quantità dell' acqua del fiume. Ma tal notizia, cioè quanta fosse per essere la velocità della superficie in ogni possibil rialzamento del fiume nella ipotesi dell' Autore non si può avere per alcuna regola, non potendosi quì ricorrere alla maggiore, o minor discesa, che secondo lui niente opera in tali casi. Anzi se ben si considera tal velocità dipendendo ne' suoi supposti in qualche parte dalla maggiore, o minore inclinazione della superficie, di cui si tratta, la cognizione di quella richiederebbe, che si sapesse quanto la detta superficie dovesse inclinarsi in qualsivoglia possibile rialzamento del pelo sostenuto dal rigurgito, onde mancano troppi dati per conchiudere quel che si cerca in tale ipotesi. L' istesso si troverebbe combinando l' ipotesi delle velocità del Sig. Guglielmini, con quella delle resistenze del Sig. Pitot, sopra che non mi tratterrò più a lungo, potendosi da ciò, che si è detto, intendere quello, che seguendo sempre il metodo del P. Grandi, si debba fare, e quello, che sia per risultare in ciascuna combinazione di ipotesi di velocità, e di resistenze.

Intorno a queste ipotesi non lascerò per ultimo di soggiugnere, che attese le due sorte di resistenza, che si ponno considerare nel recipiente, secondo le cose da noi accennate nella annotazione precedente al §. *In questa*, non sarebbe forse irragionevole lo spiegare l' effetto totale del rigurgito nel modo seguente. Sia OL [*Fig.* 78. *Tav. XVIII.*] la parabola delle velocità libere del fiume nella sezione dello sbocco AB, il vertice della quale sia nel punto dato O della perpendicolare

foce del fiume, che ha ragione di un'emiſſario eguale, ſe non maggiore, del lago medeſimo. La ragione di ciò ſi è; perchè, ſebbene l'acqua rigurgitata ſembra ſtagnante; non è però priva affatto di moto, tutto che inoſſervabile, a cagione del quale viene ſpinta a ſcaricarſi; e la cauſa efficiente di ciò non è altra, che quella picciola elevazione di acqua, che fa l'inclinazione alla ſuperficie del rigurgito; e che la rende

---

re A B. Sia il pelo del recipiente all'orizzonte A T, che tagli la detta perpendicolare in A, e per A ſi tiri l'applicata A C, che eſprimerà la velocità libera, che compete al punto A della detta ſezione. Condotta per C la retta C K parallela ad A B, pare, che le velocità di ciaſcun punto di ſotto ad A fino in B, come del punto D, in virtù del ſemplice peſo, o della preſſione del recipiente doveſſero renderſi eguali ad A C riducendoſi a D E, B K &c, e terminarſi alla retta C K parallela ad A B [che è l'ipoteſi del Sig. Marcheſe Poleni accennata nella antecedente annotazione] onde per queſto ſolo capo verrebbero a detraerſi dalle velocità libere le porzioni E F, K L &c. terminanti alla parabola C L, e lo ſpazio C K L ſarebbe la ſcala delle reſiſtenze. E ſe tirando O Q perpendicolare ad A B, e prendendo O Q eguale ad A C, col vertice Q ſi deſcriveſſe per A la parabola Q A I, il cui aſſe foſſe parallelo ad A B, è facile il moſtrare, che queſta avrebbe lo ſteſſo parametro, che la parabola O L, e che lo ſpazio A I B compreſo da eſſa, e dalla perpendicolare A B fino all'ordinata del fondo B I ſarebbe eguale allo ſpazio C K L, e ciaſcuna delle rette D G terminate all'arco A I eguale alla ſua corriſpondente E F terminata all'arco C L; onde lo ſpazio A I B ſarebbe anch'egli la ſcala delle reſiſtenze dipendenti da queſta ſola prima cagione, e le rette A C, G F, I L, tutte eguali fra loro, eſprimerebbero le velocità, che reſterebbero vive, detrattene le dette reſiſtenze, onde ſi potrebbe figurare, che ciaſcuna linea d'acqua, che ſi preſentaſſe allo sbocco, come in D, in vece della velocità libera D F non aveſſe, che la G F, reſtando eſtinta dal peſo, o ſia dalla preſſione del recipiente la parte D G. Ma perchè ſi dee aver riguardo all'altra cagione di reſiſtenza conſiderata dal Sig. Pitot, cioè alla difficultà, che incontrerebbe l'influente nel dividere, e traverſare il mezzo fluido del recipiente, e per queſto ſolo capo ſi ſuppone ſecondo il ſuo Teorema, che la velocità di ciaſcuna linea d'acqua ſi riduca alla ſua metà, però detraendo dalle velocità reſidue A C, G F, I L tutte eguali fra loro, la metà di ciaſcuna A M, G P, I H, la curva H P M eſprimerebbe colle ſue applicate A M, D P, B H, le reſiſtenze totali riſultanti da amendue le accennate cagioni; e i reſidui M C, P F, H L, che ſono parimente eguali fra loro, moſtrerebbero ciò che reſterebbe di vivo alle velocità; ed è facile il vedere, che la detta curva H P M ſarebbe un'altra parabola coll'aſſe parallelo ad A B, e col vertice V ſituato nella retta O Q in diſtanza eguale fra O, e Q.

Che ſe in vece d'eſprimer le reſiſtenze dipendenti dalla prima delle dette due cagioni con lo ſpazio A B I d'una parabola col vertice in Q ſi ſtimaſſe doverle eſprimere alla maniera del P. Grandi, coſicchè A B I foſſe una parabola col vertice in A, e ſempre dello ſteſſo parametro delle altre, allora i reſidui A C, I L non ſarebbero eguali, e la linea delle reſiſtenze totali H M, che le dividerebbe per metà ſarebbe un'altra curva di natura più compoſta.

Quando dunque foſſe nota l'altezza B S, ſotto cui il fiume correrebbe allo sbocco colle velocità libere della parabola O L, e per conſeguenza noto lo ſpazio S R L B rappreſentante la quantità d'acqua del fiume, deſcritta la curva delle reſiſtenze totali H M nell'una, o nell'altra delle due maniere predette, ſe lo ſpazio M C L H terminato al di ſopra dell'ordinata A C, che paſſa per la ſuperficie del recipiente, foſſe eguale allo ſpazio S R L B, allora il pelo dell'influente dovrebbe alzarſi per l'appunto fino in A, e quando no, dovrebbe arreſtarſi o ſopra, o ſotto il punto A,

de qualche poco più alta nelle parti superiori, che allo sbocco; ed in conseguenza atta, a generare maggiore velocità di quello, che possa il conato dell'acqua recipiente; e sebbene in casi simili la predetta differenza di altezza è impercettibile ad ogni senso, è però benissimo attesa dalla natura, che non l' addimanda maggiore di quella, che basta, per dare quella minima velocità, ch'è sufficiente a fare scaricare per una sezione amplissima (quale in tal caso è la foce del fiume) una picciolissima quantità di acqua. Se poi l'acqua del fiume recipiente esercitasse contro lo sbocco, non solo il conato, ma anche il moto attuale con qualche velocità, e direzione, o retta, o obliquamente a lui contraria; in tal caso, o la velocità dell'influente sarà maggiore, o no: se sarà maggiore, è certo, che rispingerà, e rivolterà ad altra parte la direzione del recipiente, e con ciò si farà luogo all'uscita; ma essendo minore, converrà, che si elevi di superficie, molto più, che nel caso antecedente, per imprimere alle parti inferiori dell' acqua, tanto di sforzo, quanto può bastare a superare la velocità, e direzione contraria, il che finalmente dee succedere col successivo alzamento di superficie, che tanto durerà a farsi maggiore, quanto lo sforzo dell' influente continuerà, a non essere maggiore di quello del recipiente; cioè a dire, fin che detto alzamento possa imprimere ad ogni sezione tali gradi di velocità, da' quali astraendone un medio, sia esso ad un simile, dentro di una sezione non impedita dal rigurgito, in proporzione reciproca delle sezioni medesime.

Di quì si può comprendere ciò, che operino alle foci de' fiumi, i flussi, e le burrasche del mare, e l'alzamento, che cagionano all' *acque de' fiumi* medesimi, i quali, *se averanno le sponde così alte, che siano sufficienti a sostenere l'acqua, a quell' altezza, ch' è necessaria per ispingersi al mare*; al sicuro *sforzeranno qualsisia impeto dell' onde*. E' ben' anche evidente, che le sezioni degli sbocchi, e tutte quelle, che restano im-

to A, come si è spiegato nel considerare le altre ipotesi.

Volendosi però combinar queste ipotesi delle resistenze con quella delle velocità del nostro Autore, tornerebbero ad aver luogo le considerazioni fatte di sopra, cioè, che se la velocità della superficie si supponesse affatto nulla, onde il vertice variabile della parabola dovesse sempre trovarsi nella superficie del fiume influente, non potrebbe giammai il pelo di questo stabilirsi nè in A, nè di sotto al punto A, ma necessariamente dovrebbe nello sbocco passare sopra quello del recipiente; e se la detta velocità della superficie non fosse affatto nulla, potrebbe bensì allora il pelo influente stabilirsi o in A, o sopra di A, o qualche poco di sotto, ma non ne sarebbe determinabile la positura per mancanza dei dati necessarj, come si è spiegato poc'anzi in questa medesima annotazione.

Questo è ciò, che ho stimato dover' accennare intorno alla difficil materia dei rigurgiti, di cui tratta in questo luogo l' Autore, e che non ho voluto tacere, benchè le conseguenze, che ne risultano non siano in ogni parte uniformi a' suoi insegnamenti.

impedite da' rigurgiti, devono acquiſtare tanto maggiore ampiezza (ſiaſi in larghezza, o profondità,) quanto viene indebolita la loro velocità; e perciò i fiumi reali ſi conſervano le foci così aperte, che alle volte fanno l' ufficio di porti, a' vaſcelli di alto bordo, quando la ſpiaggia del mare permetta loro di accoſtarviſi: queſta è anche la ragione, per la quale molti fiumi richiedono più foci; alcuna delle quali alle volte ſi ottura, cioè la più impedita, o la meno veloce: nel qual caſo, o l' acqua ſi volta per gli altri sbocchi, ne' quali ſono minori gl' impedimenti, e per conſeguenza il corſo è più vigoroſo, o pure ſe n' apre un nuovo, più facile, e più ſpedito.

E' da notare nel particolare delle foci de' fiumi al mare, che tanto i fluſſi, quanto i rifluſſi fanno diverſi effetti conſiderabili, i quali ponno eſſere altrettanti Corollarj, dedotti dalle coſe dette di ſopra, per iſpiegazione del modo, col quale i fiumi entrano in altri fiumi. Il che &c.

Corollario I. Durante il fluſſo, o marea alta, la velocità media delle acque del fiume ſi ſminuiſce; e perciò dà luogo alla depoſizione delle torbide nel fondo dell' alveo; ma ſopravvenendo il rifluſſo, o marea baſſa; perchè, levandoſi l' oſtacolo alla foce, l' acqua trattenuta in maggior' altezza di quella, che conviene alla ſua quantità, acquiſta conſiderabile velocità; perciò tutta la materia depoſta, di nuovo s' incorpora all' acqua, e viene portata nel mare.

Corollario II. E perchè l' impedimento, che fa un fiume all' ingreſſo di un' altro, è equiparabile al fluſſo marino, e maggiormente, quando rigurgita nell' alveo di eſſo; perciò *il medeſimo effetto ſuccede anco agli sbocchi de' fiumi in altri fiumi*, interrendoſi gli alvei degl' influenti, durante il riſtagno, o rigurgito; e di nuovo eſcavandoſi al ceſſare de' medeſimi; tutto ciò dunque, che ſi dirà più a baſſo, circa le foci al mare, ſi dee proporzionatamente intendere degli sbocchi ne' fiumi.

Corollario III. Perchè il fiume dee poter' entrare nel mare, nella di lui maggiore baſſezza, anco con le ſue maſſime piene, incontrandoſi frequentemente, che entrino fiumi pieniſſimi nel mare baſſiſſimo di ſuperficie; perciò egli *è neceſſario, che computata la larghezza della foce, acquiſti nel reſto, in profondità, una ſezione proporzionata al corpo della maſſima; e tale profondità dee regolarſi ſotto il pelo più baſſo del mare*; dal che ne naſce poi, che *alcuni fiumi non molto abbondanti d' acqua, i quali sboccano in mare* di tal ſorte, *che* ne' loro fluſſi *ſi alzino venticinque, o trenta piedi; fanno una gran moſtra di loro medeſimi*, e ſi rendono navigabili, in tempo del fluſſo, da qualſivoglia legno, per tutta quella lunghezza, che riſente la marea.

Corollario IV. Incontrandoſi di venire i fiumi pieniſſimi in tempo delle burraſche maggiori, che vuol dire, in tempo, nel quale hanno luo-

luogo i più grandi impedimenti, che possano succedere alle loro foci, sono stati avvertiti gli uomini dell'altezza delle sponde, che si richiede per provvedere all'espansioni laterali; e perciò, occorrendo, vi hanno fatti argini di altezza sufficiente a contenere l'acqua in quello stato; che, come si è detto di sopra, è quello, che cagiona lo scarico intero del fiume per la sua foce; quindi è, che *cessando la burrasca, o calando la marea in tempo, che anco duri l'altezza del fiume, si scarica nel mare copia d'acqua maggiore di quella, che sia somministrata dalla fiumara*; e perciò dal punto, nel quale i fiumi sono alterati dalle agitazioni, o ristagni del mare, *il fondo degli alvei si rende meno declive, e la declività va sempre scemando, quanto più s'accosta alla foce* (a). Che *se il*

(a) Per più piena spiegazione di ciò, che quì si asserisce, si dee avvertire, che lo stabilimento di tutto l'alveo superiore del fiume, dipendendo da quello dello sbocco, si dee intendere, che il primo sia succeduto in seguito del secondo, e non già, che dopo stabilito il letto superiore, la parte più vicina allo sbocco si sia ridotta a quelle declività delle quali quì si parla, e che sono effetto del flusso, e riflusso del mare. Fingiamo dunque (*Fig. 70. Tav. XVIII.*) che il punto A della spiaggia sia quello, in cui debba sboccare un fiume, che nuovamente s'incammini ristretto fra argini fino al detto punto, e poniamo, che la sua larghezza (che supporremo uniforme) non si possa accrescere a cagione della resistenza delle sponde all'allargamento, ma che per altro la profondità possa aumentarsi, essendo il fondo capace di corrosione; e sia B A quella positura del letto del fiume sopra cui potrebbe smaltir le sue materie senza interrimento, nè profondamento, se egli dovesse proseguire il suo viaggio oltre il punto A. Incontrando dunque in A la superficie del mare, il cui pelo basso sia A T, non potrà per le cose dette mantenersi il fondo dello sbocco in A, ma dovrà seppellirsi come in C, tanto che le maggiori piene del fiume possano aver' esito sotto il pelo A T per la sezione A C, e il pelo di esse concorra con T A nel punto A, e con ciò sarà necessario, che si abbassi eziandio l'alveo A B. Non dovrà tuttavia quest'alveo nell'abbassarsi serbare nelle parti vicine allo sbocco la primiera inclinazione con ridursi alla positura C D parallela ad A B, come per altro sarebbe, se le vicende del flusso, e riflusso non concorressero ad alterarlo per le ragioni, che quì adduce l'Autore; ma per tutto quel tratto, a cui si potrà avanzare l'effetto di tale reciproca agitazione, dovrà farsi meno declive, in maniera che la declività di mano in mano sia minore a misura della maggior vicinanza al punto C, prendendo la positura concava C E, e dal punto E in sù (al qual punto parmi verisimile, che sia per giugnere almeno l'orizzonte della marea bassa T A) si disporrà poscia nella positura E F, parallela ad A B, che dovrà esser tangente della curva E C nel punto E. Che se oltre l'abbassarsi del fondo potesse ancora, come d'ordinario accade, dilatarsi l'alveo, il profondamento A C non si richiederebbe sì grande; e potrebbe anco in tal caso succedere ciò, che l'Autore mostrò nel corollario 3., e 4. della proposizione 3. del capo 5., cioè, che il fondo rimanesse più alto nelle parti più vicine all'esito, che nelle più lontane, riascendendo l'acqua per un piano acclive, come appunto succede nel Pò, che presso gli sbocchi moltiplicando i rami si allarga a più doppi. Colla concavità del fondo va congiunta in questo fiume anche quella del pelo basso, ma ciò non succede nel pelo delle piene, che al contrario è più inclinato in quel tratto; ma tali inclinazioni de' peli, e de' fondi sono varie in diversi fiumi secondo le diverse combinazioni delle profondità colle larghezze.

Questo discorso si adatta propriamente a' fiu-

il fiume, per se medesimo, avrà tanta copia di acqua da mantenersi il fondo orizzontale, in tal caso *si profonderà maggiormente*, e tanto, per appunto, quanto s'egli portasse di acqua propria, tutta quella abbondanza, che li viene aggiunta, o ristagnata dentro l'alveo, per lo gonfiamento del mare: e questo è ciò, che vogliono inferire gli architetti delle acque, quando dicono, che *i flussi, e riflussi del mare mantengono espurgati gli alvei de' fiumi per tutto quel tratto, al quale essi arrivano*.

Corollario V. Ne' fiumi, che hanno lo sbocco aperto al mare, se l'acqua di essi non si altera di sostanza, o di sapore, dentro l'alveo proprio, per quel tratto, che consente col mare, segno è, essere ella copiosa, almeno in proporzione del contrasto, che le fa il mare, e ciò maggiormente, se un fiume, come si narra di molti, porterà le sue acque per buono spazio, dentro la marina, il che si conosce dal sapore, dal colore, ed anche in parte, dalla direzione del moto dell' acqua; ma se la medesima cangia di natura, col participare, o la salsedine, o altra qualità dell'acqua marina, allora è indizio, che l'acqua propria del fiume è poca; o che i contrasti del mare sono violenti, o per l'alzamento, o per l'impeto de' venti; e tanto più, quanto a maggior segno s'avanza la salsedine.

Corollario VI. Perciò *in que' fiumi, che hanno poca acqua, si vede correre quella del mare al contrario di quella del fiume nel tempo del flusso, e nel riflusso si osserva correre l'una, e l'altra verso il mare*; e perchè questo corso richiede qualche tempo; perciò si dà il caso, che il ritorno dell'acqua del fiume verso la marina, non cominci precisamente sul punto del riflusso; ma ora qualche poco dopo, ora qualche poco prima, accordandosi i tempi di questi riflussi allora solo, quando l'acqua del mare rigurgitata, s'uguaglia, a un dipresso, all'acqua trattenuta del fiume, ed in questo caso il pelo della medesima sarà orizzontale; ma negli altri due casi, sarà inclinato al contrario del fiume, e solo sarà orizzontale nel momento del riflusso.

Corollario VII. L'ingresso de' fiumi nel mare si fa a mezz'onda, che vale a dire, che la superficie dell' acqua non viene regolata, nè dalla par-

a' fiumi perenni, ne' quali la forza della loro acqua si unisce con quella del riflusso a mantenere la concavità EC, ma si può anco in qualche maniera applicare a' torrenti, benchè in questi l'effetto non debba essere sì grande, nè estendersi a tanto spazio, specialmente ove esigano molta pendenza.

Per quello, che riguarda lo sbocco d'un fiume in un'altro fiume dove non hanno luogo le vicende del flusso, o riflusso, parmi, che quando l'influente non potesse allargarsi, ma dovesse farsi passaggio sotto il recipiente solo a forza di profondarsi, il fondo in vece di divenir meno declive presso lo sbocco, dovesse farsi più ripido, e forse convesso colla convessità rivolta allo insù, ma tal declività si torrebbe, o si diminuirebbe in gran parte per le posature, che succederebbero nello stesso calare dell'influente, come si è detto nell'annotazione prima. c. 414.

parte superiore dell'onda, spinta contro lo sbocco (sia ella, o di moto ordinario, o pure burrascoso) nè dal basso dell'onda medesima; ma bensì dal punto di mezzo, tra il maggiore alzamento, e l'abbassamento dell'acqua ondeggiante; e la ragione è fondata sulla velocità del bilanciamento dell'acqua, la quale non permette, che il pelo del fiume si elevi alla sommità dell'onda, nè si abbassi alla di lei maggiore concavità; e perciò viene ad equilibrarsi con questi contrarj conati, in un sito di mezzo.

PROPOSIZIONE II.

L'alzamento delle piene, vicino agli sbocchi de' fiumi riesce sempre minore, che nelle parti lontane.

Ciò è stato osservato da diversi, e principalmente dal P. Castelli; ed è vero, quando il fiume cresce per nuova acqua sopravveniente; anzi si osserva, che negli sbocchi medesimi, l'acqua ordinariamente non si eleva, che tanto, quanto il corpo dell'influente fa elevare il pelo del recipiente; cioè a dire, rispetto al mare, insensibilmente; e la ragione di ciò è, che entrando i fiumi, per esempio, nel mare, hanno, per quello che si è detto di sopra, tutto il loro ingresso al di sotto della di lui superficie, proporzionandosi lo sbocco in largo, ed in profondo: e perciò la cadente del pelo d'acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del mare, tende sempre al termine medesimo; e però è necessario, che ella sia più inclinata verso lo sbocco in tempo di piena, che in acqua bassa (a); e perchè due linee diversamente inclinate all'orizzontale, e concorrenti in un punto medesimo,

(a) Nell'annotazione prima c.414., e nella sesta c. 423. si è veduto, che non può essere universalmente vero, che la cadente del pelo del fiume tenda sempre al medesimo punto, quando si supponga invariato il recipiente, ma che ciò ha solamente luogo per l'ordinario ove questi sia nello stato di sua maggior bassezza, e può averlo solo per accidente in altri stati, e però non si può prender per fondamento a dimostrare universalmente, che la detta cadente sia più inclinata in tempo di piena che in acqua bassa dell'influente. Ciò non ostante si può provare tal'asserzione in altra maniera. Sia dunque [*Fig. 80. Tav. XVIII.*] la superficie dell'influente fuori di piena AB, e siano due sezioni di esso, una BF soggetta al rigurgito, la quale incontri in G l'orizzonte CD del recipiente, l'altra HA libera, cioè superiore al detto orizzonte. Pongasi primieramente, che le dette sezioni sieno egualmente larghe, onde per le cose dette nell' annotazione prima c. 414. BF sarà necessariamente più profonda di AH. Sia nella sezione libera la parabola AIH quella, che esprime il complesso delle velocità, cioè a dire la quantità d'acqua del fiume, il cui vertice (per non partirmi dalla ipotesi dell'Autore, che stima potersi ordinariamente trascurare la velocità della superficie) supporremo essere nella stessa superficie in A. Intendasi descritta col medesimo parametro la parabola BFK, anch' essa col vertice B nella superficie della sezione impedita BF. Sia finalmente GL la curva, che esprime le resistenze del recipiente nella sezione BF. Esprimendosi dun-

mo, tanto più ſi ſcoſtano l'una dall'altra, quanto più ſi allontanano dal punto dell'unione perciò neceſſariamente le piene devono fare, lontano dallo sbocco, maggiore alzamento, che vicino al medeſimo. Il che &c.

Per iſpiegare, da quale cagione dipenda la diverſa inclinazione dell'acqua baſſa, e dell'alta, ſi dee rammemorare ciò, che abbiamo detto nel *capitolo precedente*; trovarſi, cioè, delle ſezioni morte, nelle quali l'acqua, o non corre, o corre lentamente, più di quello che eſiga la propria altezza; e che, per conſeguenza, ſono molto maggiori del biſogno; tali tra l'altre ſono quelle de' fiumi ne' ſiti, che riſentono i rigurgiti; cioè le vicine agli sbocchi; quindi è, che ſopravvenendo la pie-

ſi dunque per B F K le velocità, colle quali l'acqua paſſerebbe per B F, ſe queſta ſezione foſſe libera, e per la curva G F L, le reſiſtenze, che incontra; lo ſpazio B K L G eſprimerà, ciò che reſta di vivo alle velocità, cioè a dire la quantità dell'acqua, che realmente paſſa per B F, onde il detto ſpazio ſarà eguale alla parabola A H I. Sopravvenga ora al fiume un'eſcreſcenza, che nella ſezione H A ne alzi il pelo fino in M, e deſcrivaſi con lo ſteſſo parametro la parabola K M R, la quale nelle dette ipoteſi eſprimerà le velocità, e la quantità d'acqua del fiume nel nuovo ſtato, onde lo ſpazio M A I R ſarà l'accreſcimento dell'acqua. Si prenda nella F B prolungata al diſopra la porzione B O eguale ad A M, e deſcrivaſi col vertice O ſempre col medeſimo parametro la parabola O F P. E perchè, come già ſi è veduto, da tutti non ſi conviene nelle ipoteſi delle reſiſtenze, ſupponiamole in primo luogo indipendenti dalle velocità, ma ſolo variabili ſecondo le altezze del recipiente, come le ſuppone il P. Abate Grandi, onde la curva delle reſiſtenze nel nuovo ſtato del fiume dovrà tuttavia eſſere la ſteſſa G F L. Eſſendo dunque lo ſpazio O B K P maggiore dello ſpazio M A I R (come ſi fa manifeſto prendendo O N eguale ad M H, e ordinando N X T, che taglierebbe lo ſpazio O B X T eguale ſenza dubbio allo ſpazio M A I R) ed eſſendoſi moſtrato B K L G eguale ad A H I, ſarà la ſomma O G L P maggiore di M H R. Ma lo ſpazio O G L P eſprime il compleſſo delle velocità vive, cioè la quantità dell'acqua, che paſſerebbe per F O ſe la piena ſi alzaſſe fino in O, la qual quantità dee eſſere eguale ad M H R, e non maggiore di eſſa: dunque l'altezza B O, che ſi è fatta eguale ad A M è ſoverchia per iſmaltire l'acqua della piena, e però il pelo di eſſa dovrà reſtare più baſſo di O, diſponendoſi come in M S coll' alzamento B S minore di A M, e con inclinazione maggiore di quella del pelo baſſo A B.

Nelle altre ipoteſi delle reſiſtenze, cioè facendole variabili con qualche rapporto alle velocità, ſuſſiſterebbe ancora la medeſima aſſerzione, ma la dimoſtrazione ſarebbe più difficile, e troppo in lungo ci condurrebbe l'applicarla a ciaſcuna ipoteſi. Il fondamento però in tutti i caſi ſarebbe il medeſimo, cioè, che nella ſezione impedita le reſiſtenze nello ſtato di eſcreſcenza ſi aumenterebbero in minor ragione di quella, che creſceſſero le velocità di tutta la ſezione nell'alzarſi la piena, atteſo l' accreſcimento dell' altezza G B, che in ogni ipoteſi è libera dal rigurgito.

Finalmente ſe in vece di ſupporre la ſezione B F maggiore di A H in profondità, ſi ſupponeſſe maggiore di eſſa in larghezza, e per altro eguale in altezza corrente, ne naſcerebbe la medeſima conſeguenza, avvertendo allora, che gli ſpazi B G L K, S G L Q non debbono eſſer eguali alle parabole A H I, M H R, ma minori di eſſe in ragion reciproca delle larghezze.

Molto meno poi debbono alzarſi le piene preſſo lo sbocco, quando le larghezze avanti la piena foſſero morte, come per lo più ſuccede, e come nota l' Autore nel §. ſeguente, e più ſopra nel capo ſettimo §. *Sono gli alvei*.

piena, basta, che l'acqua stagnante, o mossa lentamente, acquisti velocità maggiore verso lo sbocco, il che si ottiene con ogni poco d'altezza, che si aggiunga alla primiera, attesa la grandezza soprabbondante della sezione, e la facilità, che ha l'acqua sul principio del moto di crescere in velocità, molto maggiore di quella, che ha, affetta che sia di velocità considerabile; il che non trovandosi nelle sezioni superiori lontane dal rigurgito, che sono, o proporzionate solamente al bisogno, o poco maggiori; si ricerca in esse maggiore accrescimento di velocità in ciascheduna parte di acqua; e per conseguenza maggiore altezza di corpo, anche a riguardo della maggiore velocità precedente, come si fa manifesto dal considerare la natura della parabola, primaria regolatrice delle velocità.

Corollario I. Quindi è, che *i fiumi, i quali sono assai declivi di fondo*; e che, perciò, non sentono gl' impedimenti del rigurgito molto lontano dallo sbocco; anche *in poco spazio fanno vedere questo effetto*; ma per lo contrario *i fiumi reali*, che camminano con poca pendenza; e perciò sono soggetti per più lungo spazio al rigurgito, *godono di questa proprietà in maggiore distanza dal mare*, la quale però mai non si manifesta sensibilmente, che poco più oltre al sito, dove arriva la forza del rigurgito medesimo.

Corollario II. Da questo principio anche dipende la causa d'un apparenza assai sorprendente, la quale rendesi impercettibile a molti: ed è, che trovandosi un fiume influente con poca acqua propria; ma con un grande rigurgito del recipiente, che lasci poco di vivo agli argini, o sponde del primo; sembra a molti, che, venendo una piena a questo, dovrebbe sormontare le proprie sponde, parendo loro inverisimile, che pochi piedi, e talora poche oncie di ripa, che sopravanzano al pelo del rigurgito, possano essere sufficienti a contenere una piena, che sopravvenga; e pure, quando sono succeduti di tali casi, si è veduto, che la piena non ha sormontate le sponde, e si è elevata pochissimo sopra la superficie del rigurgito predetto; ma nell'istesso tempo si è osservato, che tutta l'acqua, che prima pareva immobile, ha cominciato a muoversi verso lo sbocco.

Corollario III. Dal detto in questo proposito ne nasce ciò, che nota il P. Castelli, cioè, che dall' osservazione di poche oncie di altezza fatta da una piena di un fiume vicino allo sbocco, si può dedurre l' elevazione di molti piedi d' acqua nelle parti superiori; ma non è già conforme alla verità ciò, ch' egli avverte al corollario 14., che i fiumi vicini al mare, crescano di velocità; se non in quanto la vicinanza dello sfogo libero, può contribuire a renderli più veloci; o almeno

a non

a non impedire il loro corso, tanto, quanto in parità di circostanze, si fa più lontano (a).

PROPOSIZIONE III.

Se l'alzamento dell' acque di un fiume allo sbocco, si farà per cagione di qualche impedimento opposto, e ritardante il corso di esso; e particolarmente per lo ristagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente; in tal caso l'acqua si eleverà più, vicino allo sbocco, che nelle parti superiori (b).

Ciò è manifesto dovere succedere; perchè essendo la superficie del fiume influente, inclinata verso lo sbocco, viene ella ad essere intersecata nelle parti superiori dalla linea del pelo del rigurgito. Lo stesso succede, ma con minore divario, nel ristringimento degli sbocchi, che obbliga l'acqua influente in quel sito ad alzarsi di pelo; perchè a causa del ristringimento accennato, restando tutte le sezioni superiori, colle loro larghezze morte, cioè con acque alle sponde, stagnanti, o per tutto ritardate, succede quasi lo stesso, che se tutto il fiume s'andasse ristringendo; onde siccome in questo caso l'acqua s'alzerebbe più nelle sezioni ristrette, che nelle più ampie, le quali non avessero alcuna connessione, o dipendenza dalle prime; così, nell' istessa maniera, nel caso del solo ristringimento dello sbocco, l'acqua si eleverà per lungo tratto; ma finalmente nelle sezioni superiori non patirà alcuna elevazione, e nelle inferiori sempre più, quanto esse saranno maggiormente vicine allo sbocco. Il che &c.

Di quì si conosce la ragione, per la quale *la piena di un fiume, entrando in una palude, o lago scarso di acqua, v'entra con maggiore velocità, e con minore altezza di corpo, di quello faccia, trovando la predetta palude, o lago in colmo; abbenchè la quantità della piena si supponga, nell'*

(a) Parmi, che parlando della velocità della sola superficie, e in istato di piena si possa sostenere, che vicino agli sbocchi la superficie del fiume sia più veloce, che nelle parti più lontane, mentre in queste cammina parallela, o quasi parallela al fondo, e all' acqua bassa, laddove presso lo sbocco, per le cose dette, maggiormente s' inclina.

(b) Prolunghisi il pelo del recipiente T A [*Fig. 81. Tav. XVIII.*] fino a che intersechi in D il pelo dell' influente I E B, il quale prima dell' alzamento del recipiente in T A si suppone, che andasse nella sezione dello sbocco F B a ferire nel punto B, o fosse ivi sostenuto, o no da altro antecedente rigurgito. Farà dunque il recipiente nel nuovo stato T A qualche resistenza alla sezione D G. Dunque obbligherà l'acqua ad alzarsi, come in G K. E perchè dee esservi un punto nel pelo I E B, di sopra al quale non è possibile, che segua per lo rigurgito alcuna alterazione, come nell'annotazione seconda c. 417. si è detto (e sarà al più il punto E della sezione E M, al cui fondo M giugne l' orizzonte T A D) è manifesto, che il pelo E K più si sarà alzato nella sezione G K; che nelle superiori fra G, & M, e che il detto pelo K E sostenuto dal rigurgito sarà meno inclinato del pelo primiero I E B, e ciò dee sussistere qualunque sia il punto dell' orizzonte T D, in cui il pelo E K vada ad intersecarlo.

nell' uno, e nell' altro caso, la medesima. Posciachè, nel primo supposto, non trovando la piena tanta resistenza nell' acqua del recipiente, non sono le di lei sezioni inferiori tanto ritardate; e perciò l'acqua vi entra con maggiore velocità, e per conseguenza, con minore altezza di corpo; ma nel secondo caso, essendo il recipiente colmo d'acqua, accresce le resistenze all' influente, il cui corpo è necessario, che si alzi a proporzione della velocità maggiormente perduta, colla regola addotta nella proposizione prima.

Ciò, che sia per succedere nel terzo caso, addotto sul principio di questo capitolo; cioè, quando il fiume influente ha il fondo dello sbocco più basso della superficie del recipiente, ma non quanto basta per dar luogo a tutta l'acqua corrente per esso, è facile a dedursi dal detto sin'ora nell' esame degli altri due casi: e però, in questo proposito, si ponno proponere i seguenti corollarj.

Corollario I. Poichè apparisce assai chiaramente, che *la superficie dell' influente non si spianerà su quella del recipiente, ma sarà sostentata nelle parti superiori, e formerà allo sbocco un gonfiamento, inclinato alla parte dell' influsso*, che con tale caduta agirà contro le sponde, tentando di allargarle colla corrosione; il che non potendo succedere, come per esempio, se le sponde fossero di sasso, conserverassi detto gonfiamento nello stato di prima; ma, allargandosi lo sbocco, anche la detta superficie, in proporzione, s'abbasserà.

Corollario II. Ma perchè intanto dee succedere il gonfiamento predetto, in quanto *la sezione dello sbocco* resta minore del bisogno; *scemerassi* ella, ed anco *toglierassi affatto, sì per la diminuzione dell' acqua del fiume influente; sì per l' alzamento della medesima nel recipiente*, perchè nell' uno, e nell' altro caso, la sezione resta in proporzione accresciuta; ed al contrario, *si manifesterà il gonfiamento, o coll' accrescersi dell' acqua nell' influente, o col calare nel recipiente*; il che anche succede in alcune cateratte delle minori, che si manifestano in fiume basso, e non sono osservabili nelle piene maggiori.

Corollario III. In fatti *detto gonfiamento è una specie di picciola cateratta*, che, secondo la diversità delle circostanze, ora farà una caduta libera, ora una corrente più veloce, ed alle volte, cioè, quando il fiume è grosso dalla parte di sotto, non farà effetto osservabile. *Di tal genere sono le mutazioni delle cadenti del fondo de' fiumi; da una minore inclinazione, ad una maggiore*; poichè nulla impedisce, che l'ultima sezione della cadente meno inclinata, non si consideri per uno sbocco della spezie predetta: *della stessa natura sono le angustie, che fanno i pilastri de' ponti alla sezione del fiume in quel sito*; sotto gli archi de' quali, per lo più, si vedono l'acque accrescere la forza del cor-

corso; poichè non si varia l'effetto, purchè l'acqua, o per l'alzamento del fondo, o per la strettezza delle sezioni, sia obbligata, ad elevarsi di corpo, e non possa mantenere l'altezza acquistata, nelle sezioni inferiori.

Corollario IV. Egli è anco manifesto, *che l'acqua, la quale gonfia sopra la superficie del recipiente, può godere d'una velocità maggiore di quella del restante della sezione* medesima *allo sbocco*, attesa la mancanza delle resistenze a questa, e non all'altra; siccome è chiaro, che *dirigendosi detta velocità verso il fondo, vi cagionerà qualche gorgo*: effetto assai frequente, non solo di questa, ma ancora di altre cause, negli sbocchi de' fiumi.

Corollario V. Quindi pure apparisce la causa, per la quale, *sebbene ne' tempi de' grandi, o rigurgiti, o ristagni, si fanno delle deposizioni nel fondo degli alvei, o degli sbocchi de' fiumi: non crescono però esse mai tanto, da impedire lo spianamento delle superficie dell' acqua, l'una con l'altra*; poichè, se più crescessero, gonfierebbe il pelo dell' influente sopra quello del recipiente, e succederebbero, o gli effetti addotti al *corollario primo*; o pure di nuovo (il che sarebbe più facile) verrebbe, per la forza della corrente maggiore, ad escavarsi il fondo; e perciò si attemperano gli effetti; dimanierachè succeda tutta quella alluvione, ch'è possibile a farsi, senza che l'acqua, per soverchio ristringimento della sezione, possa gonfiare.

La direzione delle foci è una delle principali circostanze, necessarie da considerarsi in questa materia; posciachè da essa derivano, ora buoni, ora pessimi effetti. Quello, che s'accorda alle regole, o alla necessità della natura, si è, che

PROPOSIZIONE IV.

Le foci de' fiumi influenti devono secondare, colla direzione dell' ultimo tronco del loro alveo, il filone del fiume recipiente. (Fig. 49. Tav. XII.)

Sia AB il filone del fiume recipiente, e la direzione di esso da A in B; e supponiamo, che il fiume influente vi porti dentro le sue acque, secondo la linea DC perpendicolare alla AB. Perchè dunque i moti, secondo i principj della statica, tanto meno s'impediscono l'un l'altro, quanto minori sono gli angoli, che fanno le linee delle loro direzioni (dimanierachè non può esservi impedimento veruno, quando le linee predette sono parallele, e tendenti alla stessa parte) ne segue, che, incontrando AC la corrente DC ad angolo retto, s'impediranno vicendevolmente; e perciò la direzione CD non potrà ritenere la primiera linea; e sarà, per così dire, strascinata in DG, nello stesso tempo, che il filone GB sarà spinto dal-

la

la direzione DC, o DG, in GH, facendo l'angolo HGB maggiore, o minore, secondo la proporzione, che ha la velocità di AB a quella di DC; ond'è, ch'essendo tal proporzione assai grande, come, per lo più succede, per essere la velocità del fiume influente pochissima, a riguardo dell'impedimento del riflusso, o ristagno, e quella di AB in niun modo, o pochissimo alterata; necessariamente sarà l'angolo HGB insensibile, e tanto minore, quanto più acuto sarà l'angolo ACD, o AGD; incontrandosi adunque, che in DG vi sia ripa atta a patire corrosione, questa si farà dalla parte di DG, e rallentandosi il moto dell'acqua verso DC, ivi si farà l'alluvione, e lo sbocco si volterà tutto in DG. Ma perchè, sminuendosi l'angolo AGD, si sminuisce anco la forza, che fa la corrente AB contro la DG; e perchè ancora il terreno della ripa, bisogna pure, che abbia qualche resistenza all'essere corroso, (che supponiamo sia sempre la stessa) perciò, se la potenza di AG contro DG sarà tale da superare la resistenza della ripa; per necessità si farà nuova corrosione, sino in DF, ovvero in DEB; ed allora stabiliransi la situazione dello sbocco, quando per l'obbliquità della ripa DEB, la forza dell'aderenza delle parti del terreno, resterà tale da non cedere all'impressioni del filone AB, rese minori per l'acutezza dell'angolo ABE. E' adunque impossibile, che si mantenga la direzione dello sbocco in DC, ad angolo retto colla corrente del filone AB; e per conseguenza è necessario, che si porti in DEB, a seconda di AB. Il che &c.

Corollario I. Molto maggiore sarà l'impressione della corrente AB contro la direzione DA, inclinata all'opposto di essa; perchè non solo, essendo la direzione AB più valida della DA, *la sforzerà a rivoltarsi all'ingiù;* e per conseguenza a rodere la ripa; ma ancora, per lo contrasto della DA, *si faranno vortici potentissimi*, a rovinare le ripe, *e la corrente AB, operando contro l'angolo DAB* col continuo battervi, finalmente *lo spunterà, e rivolterà lo sbocco* v. g. in KC, facendosi l'alluvione dalla parte di KA.

Corollario II. Tutti i detti effetti succederanno con maggiore facilità, se il filone del fiume recipiente si stringerà contro la ripa, nella quale è aperto lo sbocco; è più difficilmente, se batterà la parte opposta; ma in tutte le maniere la natura opererà sempre, per rivoltare, o presto, o tardi, lo sbocco a seconda del filone del recipiente.

Corollario III. Quindi è manifesto, che, *se le sponde dell'ultimo tronco del fiume influente, non potranno essere corrose, nè meno si altererà la situazione dello sbocco;* ma, ciò non ostante, sempre maggiore sarà lo sforzo dell'acqua dalla parte del corso del recipiente.

Corollario IV. Se l'influente sarà molto veloce, ed il recipiente molto

tardo, allora l'ingresso del primo potrà rivoltare il filone del secondo; e perciò essendo l'influente pieno, ed il fiume recipiente scarso d'acqua, molto più si avanzerà il corso di quello nell'alveo di questo, che se l'uno, e l'altro fossero nelle massime piene; nel qual caso l'acqua dell'influente si manterrà, per lungo tratto, dalla parte della ripa, nella quale è tagliato lo sbocco, fintantochè i moti fregolati del fiume maggiore, particolarmente nelle curvità delle botte, confondano tutta l'acqua insieme; e ciò in fatti si osserva succedere, quando il fiume influente entra torbido in un recipiente, che porti acqua chiara, o al contrario.

Corollario V. Da ciò si manifesta *l'errore di quelli, i quali pretendono, che gli sbocchi de' fiumi influenti cagionino delle curvità, e delle botte nelle sponde opposte de' recipienti*; il che, quantunque sia vero, se l'influente porti del sasso, ed il recipiente no; appena può verificarsi, quando l'uno, e l'altro corrono in sabbia; essendosi dimostrato, che la velocità del filone del fiume maggiore, molte volte non ha sensibile proporzione con quella del fiume influente, allo sbocco.

Corollario VI. Se però *ambedue fossero torrenti, e che venendo la piena dell'influente, non venisse quella dell'altro*; in tal caso *si potrebbe temere qualche cosa*; se però la larghezza dell'alveo del recipiente non fosse tale, che potesse ritardare la velocità dell'influsso; quindi è, che in casi simili, particolarmente *essendo le quantità dell'acqua, e le velocità eguali, quel fiume, che prima entra nell'alveo comune, mantiene il suo filone a dispetto della corrente di quello, che sopravviene*, abbenchè qualche poco alterato dalla primiera situazione.

Corollario VII. Gli sbocchi de' fiumi nel mare, sono pure obbligati a secondare le correntie di esso, siano queste, o perpetue, o cagionate temporaneamente da' venti; quindi è, che i fiumi della Romagna, e del Ferrarese, rivoltano gli sbocchi a destra, perchè la correntia dell'Adriatico rade il lido dell'Italia partendosi da Venezia verso la terra di Bari; ed in altri luoghi i venti burrascosi obbligano i fiumi, ad aprirsi nuove foci in luoghi coperti, o secondanti la furia di essi. Vero è, che le correntie del mare, se sono lente, non hanno gran forza per cagionare l'effetto predetto; ma pure, quando nulla vi osti, non lasciano di fare quello, che ponno.

Corollario VIII. E perchè *nelle foci de' fiumi influenti, per lo più, si fanno de' vortici*, e per conseguenza *de' gorghi*; *sono frequentemente gli sbocchi di detti fiumi, altrettante chiamate al filone del recipiente*, per ispingersi alla parte di essi; contrasta però sempre la forza dell'influente per ribatterlo, almeno tanto da insinuarsi colle sue acque tra 'l filone del recipiente, e la di lui sponda contigua, presso la quale, come

me si è detto di sopra, durano per qualche spazio a correre separate dalle altre; e *lo stesso si osserva anche negli sbocchi al mare*, quando qualche vento obbliga l'acque di questo, a prendere corso verso una parte determinata.

Dalla mala situazione degli sbocchi si vede chiaramente, che devono molte volte succedere effetti dannosi, i quali mettono in pericolo gli argini, ed alle volte cagionano delle inondazioni, il che dal volgo viene attribuito alla resistenza, che incontra il fiume influente allo sbocco; e perciò meglio sarebbe, in tal caso provvedere il fiume influente di una foce di buona direzione, che d'intraprendere, o ostinatamente di conservare la mala situazione dello sbocco, o di fare delle diversioni dispendiosissime, ed alle volte mal'intese. Tale è il fine della natura, nell'aprire, che fa molte foci ad un fiume solo; abbenchè rare volte si serva di tutte per iscarico dell'acque di esso, eleggendo, secondo le occasioni, quella, per la quale è più facile, e più spedito lo sfogo; e ciò principalmente si osserva a' lidi del mare, l'onde del quale, per causa de' venti, ora scorrono ad una parte, ora ad un'altra. Si dee però avvertire, che la mutazione degli sbocchi si faccia col minore allungamento di linea, che sia possibile, per non fare elevare di troppo il fondo del fiume, coll'allontanare la foce dal suo principio; essendo, come si è detto, il fondo dello sbocco, la base, su la quale s'appoggia la cadente di qualsisia fiume.

CAPITOLO NONO.

Dell'unione di più fiumi insieme, e loro effetti.

E' Un' artificio assai rimarcabile della natura quello d'accoppiare fiumi a fiumi, e di mandarli così uniti a sboccare nel mare; e talora è anche effetto di una necessità, che non permette il corso di un fiume, separato da quello d'un'altro, siasi, o per l'intrecciamento, che porta seco la diversa direzione de' fiumi distinti; ovvero per lo pendio, che insegna la strada all'acque, per la quale possono avere lo sfogo più facile; anzi le obbliga molte volte a prenderne una determinata. Questa necessità però, o non mai, o rare volte, va scompagnata dall'utile, che apporta l'unione di più acque in un' alveo solo, dimanierachè pare solo instituita dalla natura, per servirsi di essa, come di un mezzo efficacissimo, per ottenere i vantaggi, che si diranno; e perciò può passare per una necessità artificiosa. Per assicurarsi di ciò, si prenda una carta geografica, nella quale siano delineati tutti i rivo-

 li,

li, torrenti, e fiumi, che tributano le loro acque ad un fiume reale, e nella medesima sia parimente espresso il corso di esso sino al mare; e si faccia prova di correggere gli errori, per così dire, che qualcheduno potesse credere, essere stati fatti dalla natura, nell'unire le acque di tutti que' fiumicelli in un solo maggiore; indirizzando perciò ogni corso di acqua a dirittura verso il mare. In ciò fare facilmente ognuno si chiarirà, qual'esser dovrebbe l'ampiezza della superficie della terra, necessaria per tanti fiumicelli; quali gl'impedimenti, che frapporrebbero al commercio le intersecazioni moltiplicate delle strade; quali ostacoli si opporrebbero agli scoli delle campagne; e quante altre cose difficolterebbero la medesima nuova delineazione sopra una carta, che non esige, nè considerazione di caduta, nè livello di piano di campagna, nè riflesso alcuno a'luoghi, dov'essa maggiormente declina col pendio, o ad alcuna delle altre circostanze, che sono altrettanto necessarie, quanto bene avvertite dalla natura, nel regolare, che ha fatto, il corso de' fiumi; e tanto, cred'io, potrebbe bastare per disingannare quelli, che pretendono, che la buona regola della condotta dell' acque sia d' incamminare i fiumi al mare per linea retta, come per la più breve, su l'unico fondamento della nota proprietà del triangolo, due de'cui lati presi insieme, sono sempre maggiori del terzo; stimando essi perciò essere un'errore di natura il portarsi di un fiume a scaricarsi in un'altro, e per esso al mare, cioè per due linee, quando senza tale unione, potrebbe per una sola linea, dotata conseguentemente di maggiore declività, provvederlo di alveo, e di sbocco, secondo il loro credere, proporzionati al bisogno.

Per fare anche meglio apparire l'artificio della natura, trasandando per ora la necessità, che dipende da varj principj, secondo la diversità delle circostanze, ci daremo a spiegare, e dimostrare le utilità, che risultano dall'unione di più fiumi in un sol'alveo, e gli effetti ad essa susseguenti.

PROPOSIZIONE I.

Se saranno due fiumi eguali di larghezza, e profondità, ed affatto simili, l'uno all'altro, i quali scorrano, e sbocchino separatamente nel mare; sarà la somma delle loro larghezze maggiore di quella, che avrebbero, se uniti insieme corressero dentro un sol'alveo.

Siano i fiumi l'uno ABCD (*Fig.* 50. *Tav. XIII.*), l'altro CDEF, de' quali le larghezze AC, CE siano eguali; e siano, nelle altre circostanze tutte affatto simili, cioè di eguale profondità, di egual corpo d'acqua, di eguale caduta &c., e s'intenda che questi due fiumi corrano paralleli, l'uno all'altro, separati solamente dalla sponda comune CD,

CD, che ſuppongaſi, per eſempio, un' argine: dico, che la ſomma delle larghezze A C, C E ſarà maggiore, correndo i fiumi ſeparati, di quello ſia per eſſere, ſe, levato l' argine C D, s' unirà il corſo del fiume A D con quello di C F.

Poſciachè egli è certo, che, atteſa la reſiſtenza della ſponda C D, l' acqua tanto d' un fiume, che dell' altro ſarà, vicino ad eſſa, impedita nel ſuo corſo; e perciò il filone ſarà v. g. in G, ed H; ma levato l' argine C D, cioè a dire tolta di mezzo la reſiſtenza della ſponda CD, ſi ridurranno i due filoni in un ſolo, che ſarà in CD, come parte dell' alveo più lontana alle ſponde A B, E F; ſarà dunque in C D la maggiore velocità del fiume, e ſarà anche maggiore di quello foſſe prima in G, ed H, atteſa la maggior diſtanza del filone C D dalle ſponde; e perchè l' acqua de' due fiumi ſeparati corre impedita dalla reſiſtenza di quattro ſponde; e quella de' medeſimi uniti non patiſce la reſiſtenza, che di due ſole, la quale ſi rende anche minore nel luogo del filone: ne ſegue, che quanto di velocità s' accreſceſſe all' acqua nella parte C D, tanto ne ſcemi vicino alle ſponde A B, E F; adunque, eſſendo l' acqua torbida, ſi faranno depoſizioni alle ripe, e la larghezza dell' alveo A E renderaſſi minore. Il che &c.

In queſta dimoſtrazione non ſi è conſiderato, che il ſolo accreſcimento di velocità, nato dalla rimozione dell' impedimento della ſponda comune C D; e tanto baſtava per dimoſtrare il riſtringimento dell' alveo; ma ſe metteraſſi a confronto il profondamento maggiore, che ſuccederà al fondo dell' alveo, tanto minore ſarà la larghezza, alla quale ſi ridurrà il fiume unito.

La verità di queſta propoſizione, ſi prova anche coll' eſperienza; perchè, *ſe ſi miſureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendoſi formano un fiume maggiore* (a); *ſi troverà* infallibilmente, *ch' eſſe inſieme uni-*

(a) Nella viſita del Pò fatta l' anno 1719. per l' affare del Reno, cominciando fin ſopra lo sbocco del Teſino, ſi trovò la larghezza di queſto, in una delle ſue ſezioni non molto lontano dal detto sbocco, di pertiche Bologneſi 88., e quelle del Pò in una ſezione poco ſuperiore al medeſimo sbocco di pertiche 106., che ſommano pertiche 194.; e contuttociò in un' altra ſezione del Pò alquanto di ſotto alla confluenza non ſi ebbero di larghezza, che pertiche 87, conſiderando ſempre le ſole larghezze occupate dall' acqua nello ſtato, in cui que' fiumi ſi ritrovavano al tempo delle oſſervazioni (come dagli atti di quella viſita degli ultimi di Novembre, e dei primi di Dicembre 1719.); onde la larghezza dell' alveo dei fiumi uniti non ſolo fu minore della ſomma delle larghezze di eſſi ſeparati, ma eziandio minore di ciaſcuna delle dette larghezze preſe da ſe ſole. E ſebbene per fare più eſattamente ſimili confronti converrebbe prendere le larghezze minime degli uni, e dell' altro, affinchè i divarj trovati non ſi poteſſero attribuire alle irregolarità delle ſteſſe larghezze, nulladimeno la gran differenza, che quì ſi ſcorge fra quella del Pò, e del Teſino uniti, e la ſomma delle larghezze loro ſeparate, agevolmente ſi fa intendere, che anco praticando una ſimil cautela nella ſcelta delle ſezioni vi rimarrebbe ancora qualche diminuzione ne' fiumi uniti ſecondo l' aſſerzione dell' Autore.

unite, supereranno quella del fiume maggiore, come nota il P. Castelli *al corol. XI.* essere stato fatto, e trovato dal Fontana nel misurare i fiumi, e i fossi, che mettono foce nel Tevere, e nel paragonarli all' alveo di questo, e particolarmente all' apertura del Ponte Quattrocapi.

PROPOSIZIONE II.

I predetti due fiumi uniti, maggiormente profonderanno il loro alveo, che non farebbero correndo separati.

Ciò è manifesto; perchè si è dimostrato nella proposizione antecedente (*Fig. 50. Tav. XII.*), che il filone CD del fiume unito, correrà più veloce, che i filoni G, H, de' fiumi separati; adunque, supponendo, che la materia, che compone il fondo, sia della medesima natura di prima, dovrà ella cedere alla velocità accresciuta, e per conseguenza l' alveo si profonderà: ma, profondandosi, acquisterà l' acqua maggiore altezza, e per conseguenza maggiore velocità (*a*); adunque tanto maggiormente potrà ella corrodere il fondo, ed abbassarlo; e perchè profondandosi l' alveo del fiume, e correndo l' acqua in maggior copia, e con maggiore velocità nel mezzo, di quello, che faceva prima, è necessario, che il moto dell' acqua vicino alle sponde si ritardi; ne seguiranno, per questo capo, nuovi ristringimenti: e perchè quanto le sezioni d' un fiume sono più strette, tanto guadagnano in profondità, contribuirà l' angustia della sezione a rendere più profondo l' alveo; e per conseguenza tanto continuerà a profondarsi, e ristringersi il fiume, finchè equilibrandosi la resistenza delle ripe, e del fondo colla forza dell' acqua, si stabilisca l' alveo, come si è detto *nel cap. 5.* Saranno adunque le profondità de' fiumi uniti, maggiori di quelle de' solitarj, e disuniti. Il che &c.

Per un' altra ragione (*b*) devono profondarsi gli alvei de' fiumi uniti; ed è, che richiedendo essi sbocco maggiore nel mare, non solo deesi

(*a*) L' aumento della velocità, che quì si suppone andar congiunto con quello dell' altezza, fa intendere, che quell' ulteriore profondamento, di cui quì si ragiona (dopo quel primo, che unicamente dipende dalla velocità accresciuta del filone del fiume) ha luogo solamente in que' casi, ne' quali la velocità cresce al crescer dell' altezza. Potrebbe per avventura nascer dubbio, che l' aumento dell' altezza potesse restituire alla sezione quella capacità, che avesse perduta allo scemare della larghezza; onde essa riuscisse egualmente ampia, avvegnachè più angusta della somma delle sezioni dei fiumi uniti, ma ciò non può succedere, perchè crescendo coll' altezza anco la velocità, ogni poco d' aumento d' altezza può equivalere a molto più di larghezza perduta, onde la sezione dopo il profondamento rimarrà sempre più piccola, e dovrà anco essere più veloce.

(*b*) La ragione, che quì si adduce dell' abbassamento dello sbocco dei fiumi uniti rispetto, a quelli dei medesimi disuniti, è più universale di quella, che egli ha addotta finora, mentre non è ristretta, come questa, alle circostanze dell' egualità

deesi esso rendere più grande in larghezza, ma ancora in profondità; ma sopra degli sbocchi più profondi disposte delle cadenti, anche egualmente, non che meno declivi, lasciano il fondo del fiume più basso; adunque i fiumi uniti richiederanno l' alveo più profondo, non solo per la minore declività, che loro compete; ma anco per la maggiore bassezza del fondo dello sbocco.

Corollario I. Dalla predetta dimostrazione evidentemente apparisce, che *le larghezze de' fiumi uniti saranno anche minori della somma de' disuniti, non solo per la mancanza delle resistenze, minori ne' primi, che ne' secondi; ma anche per la maggiore profondità, e velocità dell' acqua degli uniti:*

Corollario II. E' anche chiaro (*a*), che *le sezioni de' fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni de' disuniti*, perdendosi molto più in larghezza di quello, che s' acquisti in profondità; poſciachè dovendo le sezioni essere reciproche alle velocità medie; e riuscendo queste maggiori col profondamento dell' alveo, ne segue, che le sezioni debbano restare minori.

Corollario III. E perchè moralmente è impossibile, che tutti i fiumi tributarj entrino in un tempo, colle loro acque nell' alveo del recipiente, osservandosi, che per lo più succedono l' uno all' altro; dimodochè di già sarà passata la piena di un fiume influente, quando arriva quella di un' altro; perciò *non è necessario, che la sezione del fiume maggiore sia equivalente alla portata dell' acqua delle piene di tutti i fiumi influenti;* e conseguentemente *le sezioni di esso riusciranno*, anche per questo capo, *minori della somma delle sezioni degl' influenti*.

PROPOSIZIONE III.

Ne' fiumi supposti, non solo s' escaverà il fondo del fiume unito dopo l' unione; ma ancora si profonderanno gli alvei de' fiumi confluenti, avanti quell' unione. Fig. 51. Tav. XII.

Sia la cadente della superficie del fiume influente FB; e quella del fiume unito, o del recipiente BC, e la profondità dello sbocco BD; e suppongasi, che unito il fiume FD con un' altro simile, ed egua-

le

lità perfetta di due fiumi, che insieme si uniscono. Si può anche per maggiormente confermare il profondamento dell' alveo dopo l' unione adattar quì tutto ciò, che si disse dall' Autore nella proposizione 2. del capo 5, e ne' suoi corollarj, ove generalmente mostrò, che quanto maggiore è la forza dell' acqua, e la copia di essa tanto meno sono declivi i letti dei fiumi, onde questi dopo la confluenza dell' uno coll' altro spianano maggiormente i loro alvei.

(*a*) Questa dottrina è coerente con ciò, che abbiamo detto poc' anzi nell' annotazione 2. c. 441. del presente capo, e si potrebbero addurre per comprovarla diverse osservazioni tratte dalle visite del Pò, e dei suoi influenti, se l' irregolarità delle altezze, e delle larghezze permettesse di mettere i fatti in una totale evidenza.

le dopo la confluenza siasi profondato in BG, secondo ciò, che si è dimostrato nella proposizione antecedente, disponendosi il fondo nella linea GH, la quale sarà meno declive, che la ED, che si suppone la cadente del fondo, che averebbe il fiume, se da sè, senza unione di altri, sboccasse nel mare. Perchè adunque l'altezza dell'acqua nel fiume unito BG, dovrà essere maggiore, che nel disunito BD, sarà la differenza DG; e perchè i due fiumi, che compongono il fiume unito BH, si suppongono eguali, e simili, dovrà il fondo d'ognuno di essi essere unito al fondo GH (*a*); e perciò il fondo dell'influente ED, non potrà essere mantenuto in ED, ma dovrà andare ad unirsi col punto G; e perchè le condizioni del fiume FD, richiedono la declività di ED, sarà necessario, che la cadente di esso, prima del sito dell'unione, sia una linea, come IG, parallela alla ED; e perciò bisognerà, che il fondo ED s'abbassi in IG. Il che &c.

Corollario I. E perchè gli sbocchi sono i fondamenti delle cadenti superiori ad essi; abbenchè anco il fiume influente fosse minore del recipiente, nondimeno, *quando lo sbocco del primo nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da sè al mare, proporzionatamente si escaverebbe il fondo del fiume influente* (*b*), come si è dimostrato *nel capitolo ottavo*.

PROPOSIZIONE IV.

Supposte le medesime cose, la cadente del pelo d'acqua del fiume unito sarà sempre meno inclinata all'orizzonte, di quella del fiume disunito.

Ciò è manifesto, sì per la maggiore abbondanza dell'acqua, che in maggior quantità, sempre fa maggiore sforzo per ridursi all'equilibrio col pelo d'acqua del suo recipiente; sì per le ragioni seguenti. Poichè i fiumi, quando sono maggiori, hanno regolarmente maggiore larghezza di alveo (*c*); e perciò hanno minori, in proporzione, le resistenze;

(*a*) Ciò è stato dimostrato nel capo 8. alla proposizione prima §. *Ma perchè i fiumi*.

(*b* Il caso, che quì si figura, che facendo sboccare un fiume in un'altro, il fondo dello sbocco possa restar più basso di quel che sarebbe, se l'influente andasse da se solo al mare, non è impossibile, benchè lo paja a prima vista; imperocchè può darsi, che per l'unione di due fiumi talmente s'abbassi lo sbocco in mare, e con esso tutto l'alveo del recipiente, e che in oltre l'inclinazione del pelo basso di questo dopo l'unione [dal qual pelo si dee prender regola per lo sbocco dell'influente in esso] divenga sì scarsa, e che finalmente la distanza del punto dell'unione dei due fiumi dallo sbocco del recipiente in mare sia così piccola, che l'orizzonte del fondo dell'influente, stabilito che sia sotto il detto pelo basso del recipiente, riesca assolutamente più basso di quel, che riuscirebbe in mare, quando vi andasse da se solo, massimamente ove dovesse sboccare in una spiaggia di mare di poco fondo, e però incapace di lasciar profondare di molto il detto sbocco dell'influente, se egli vi entrasse.

(*c* Intende l'Autore di paragonar in questo luogo la larghezza dell'alveo comune de' fiumi uniti con quelle di ciascuno

ze; e conseguentemente, in parità di circostanze, maggiore velocità, alla quale susseguendo maggiore scarico, ne deriva in conseguenza minore l'altezza dell'acqua sopra la superficie del recipiente: ma disponendosi seriatamente altezze minori dallo sbocco in sù, ne nasce minore la declività della superficie; adunque i fiumi, quanto saranno maggiori, tanto minore avranno la declività del loro pelo; ed essendo i fiumi uniti, maggiori, che i disuniti, sarà la cadente del pelo de' primi, meno declive della cadente del pelo de' secondi. Il che &c.

La seconda ragione si desume dalla minore declività del fondo ne' fiumi uniti, che ne' disuniti; i quali perciò ne' siti omologi, sono più vicini al centro della terra: ma l'acque, che corrono sopra i fondi più bassi, restano altresì più basse di superficie; adunque i fiumi uniti saranno più bassi di pelo; e perchè la cadente del pelo d'acqua dee regolarmente, sempre andare ad unirsi col pelo del recipiente, che si suppone, nell'uno, e nell'altro caso, invariato; ne segue, che tirate due linee da' predetti siti omologi, ma da altezze disuguali, sarà meno declive quella, che avrà il termine più basso, cioè quella, che sarà propria del fiume unito.

Può alcuno dubitare, se sia vero, che l'acque correnti sopra fondi più bassi, restino colla superficie anche più bassa ne' siti omologi, cioè egualmente distanti dallo sbocco; perchè quantunque sia vero il primo; può però l'aumento dell'acqua essere tanto, che richieda altezza di corpo maggiore di quello, che la medesima altezza, e velocità susseguente possa produrre di profondità nell'alveo: e certo, se si supponesse, che un fiume corresse per un'alveo, le cui sponde, e fondo fossero molto resistenti, potrebbe darsi il caso, che la superficie dell' acqua nel fiume unito, fosse più declive, che se non v'entrasse alcun degl'influenti. L'esperienza però fa vedere, che negli alvei fatti di terra, più può, per escavare il fondo, ogni poco di velocità aggiunta, che, per elevare la superficie, la copia dell'acqua influente (a); e perciò, sebbene l'abbondanza dell'acqua fa crescere l'altezza della sezione, l' abbassamento però del fondo supera il di lei effetto, e le piene restano più basse di superficie ne' fiumi uniti, che ne' disuniti.

Se si considera in oltre, che gli sbocchi de' fiumi dentro il mare sono impediti, e perciò bisogna, che si allarghino, e si profondino più

di

no de' due fiumi eguali, de' quali suppone fatta l'unione nel detto alveo, e però può stare, che la detta larghezza sia maggiore d'ognuna delle dette due larghezze separatamente prese, benchè di sopra abbia mostrato dover' ella esser minore della loro somma.

(a) Tale esperienza si adduce poco più sotto al §. *In prova di ciò*, parlando del Lamone, e del Pò di Primaro, e ad essa si ponno aggiugnere quelle de' fiumi maggiori paragonati ai minori, delle quali parleremo nella annotazione seguente.

di quello, che richiederebbe la quantità dell' acqua, che passa per essi, non essendo impedita; facilmente si persuaderà ognuno, che crescendo l' acqua nel fiume, dovrà di molto abbassarsi il fondo dello sbocco; e per conseguenza anche il fondo del fiume; e per lo contrario, non essendo molte volte sensibile l' alzamento della superficie dell' acqua del medesimo, chiaramente si manifesta, quanto prevalga l'escavazione del fondo, e la maggiore larghezza dell' alveo, all' accrescimento dell' altezza dell' acqua in una data sezione di fiume.

In prova di tutto ciò si può aggiungere un fatto evidentissimo. Correva sul principio del secolo presente il fiume Lamone dentro il Pò di Primaro, vicino alla villa di Sant' Alberto; dal qual luogo fu divertito, e mandato a sboccare da se solo nel mare Adriatico. Quello, che n'è seguito si è, che il detto fiume ha così elevato il proprio fondo; che in oggi, a dirittura di Sant' Alberto, resta più alto del pelo delle piene del Pò predetto; e per conseguenza il pelo delle di lui piene riesce tanto più alto, ed ha bisogno di argini altissimi, per essere mantenuto nel suo letto. Ciò supposto, si può discorrere così: se l' acque di detto Pò di Primaro si dividessero in tanti fiumi eguali al Lamone, e si mandassero a sboccare per più alvei nel mare, certa cosa è, che in ciascheduno di essi succederebbe l' effetto medesimo, ch' è succeduto al Lamone; adunque le piene di essi si vedrebbero molto più elevate di pelo, che non sono ora quelle del Pò di Primaro; e per lo contrario, se detti alvei così divisi, si tornassero a riunire nell' alveo del Pò di Primaro, non oltrepasserebbe la di lui piena il segno, al quale in oggi si eleva; adunque più fiumi uniti farebbero delle piene meno alte di superficie, di quello faccia uno di loro disunito. E perciò è evidentissimo, che i fiumi uniti hanno la cadente del pelo d' acqua, più bassa, e meno declive di quello, che l' abbiano i fiumi disuniti.

Corollario I. Lo stesso si verifica rispetto a' *fiumi maggiori*, i quali siccome sono meno declivi di fondo; così *hanno la superficie meno inclinata all' orizzonte, se si paragonino gli stati simili*, cioè, o nelle massime altezze d' acqua, o nelle massime bassezze, o in istati d' acqua proporzionalmente distanti dall' uno, e dall' altro degli estremi predetti. Ciò pure è manifesto per l' esperienza; attesochè, se si prenderanno due fiumi correnti al mare, l' uno, e l' altro nella sua piena massima (col pendio della quale suol camminare il piano superiore degli argini) e se si livellerà, o la superficie della piena, o il piano predetto degli argini, sempre si troverà, che maggiore sarà l' inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori (*a*).

Co-

(*a*) Così appunto si trova nel Pò grande paragonato co' fiumi minori, che gli scor-

Corollario II. Ed essendo ciò vero, anco rispetto alla cadente dell' acqua bassa; ne segue (*a*), che *le campagne molte volte potranno avere lo scolo ne' fiumi grandi; e loro sarà negato ne' minori*; e perciò giova in molti casi, per dare lo scolo alle terre, che per altro non potrebbero averlo, unire insieme più fiumi; perchè abbassandosi con ciò il fondo del fiume unito, e la di lui superficie, in acqua bassa, o ordinaria, potranno le terre scolarvisi dentro. Co-

scorrono quasi paralleli, e che vanno a sboccare allo stesso termine comune del mare Adriatico, per quanto si può raccorre dalla combinazione delle livellazioni fatte di questi fiumi particolarmente nell' anno 1721., e ridotte a egualj distanze dal mare.

L'argine sinistro del Pò poco sopra allo sbocco, che fa in esso la fossa della Policella, cioè fra il detto sbocco, e la chiavica Barbazza, ed anco in qualche luogo più in sù fin verso la chiavica di Ravano, è più alto dell' argine destro del Canal bianco [il quale porta le acque del Tartaro, e del diversivo dell' Adige detto il Castagnaro] all' imboccatura della detta fossa piedi 1. 6. in circa. La distanza del detto sito del Pò dalla sua foce principale, misurata secondo l'andamento del Pò, è di miglia 31. in circa; ma quella del mentovato sito del Canal bianco, misurata secondo il corso di questo, è minore per sei miglia in circa; ora nella lunghezza di sei miglia gli argini del Pò si trovano pendere più di tre piedi, e mezzo, onde paragonando quel punto del Pò, che è egualmente lontano dal mare col detto punto del Canal bianco, saranno gli argini del Pò più bassi di quelli del Canal bianco due buoni piedi. Parimente il più alto segno delle piene del Pò indicato al sostegno della Cavanella si trova più alto piedi 4. 1. 5. del segno delle piene dell' Adige indicato alla Torre nuova. La Cavanella è distante dallo sbocco del Pò miglia 11. e un quarto, ma la Torre nuova non è lontana da quello dell' Adige, che miglia sei, e mezzo, onde la differenza è di miglia 5. e tre quarti. Il pelo del Pò alla Cavanella è più alto del pelo del Mar basso piedi 10. 10., e però se tal caduta conviene alla distanza di miglia 11., e un quarto, la detta differenza di miglia 5., e tre quarti richiederà in questo sito del Pò piedi 5. 1. in circa; e riducendo la detta altezza a una distanza dal suo sbocco eguale a quella dell' Adige dal suo, resterà la piena del Pò più bassa di quella dell' Adige un piede in circa.

(*a*) Anche questa verità si conferma dall' esperienza del Pò, e de' fiumi predetti. Il pelo del Canal bianco all' imboccatura della fossa della Policella si trovò nelle dette livellazioni [li 20. Marzo 1721.] aver caduta di piedi cinque sopra il pelo del Pò allo sbocco della medesima fossa, con tutto che il Pò non fosse allora nella sua massima bassezza, e con tutto che il detto punto del Canal bianco [come poc' anzi si è accennato] sia per lo meno sei miglia più vicino al suo termine in mare. Era il pelo del Canal bianco più basso della sommità de' suoi argini piedi 11. 8. 8., cioè a dire in istato di gran magrezza, mentre da altre osservazioni fatte in quelle vicinanze, cioè alla chiavica del Buso di Borella li 8. Aprile 1721., si raccoglie, che quando il detto pelo è più basso degli argini piedi 11. 1. 1. non ha nel maggior fondo, che piedi 2. 4. d' acqua. Così pure il pelo dell' Adige alla Torre nuova in distanza di miglia sei, e mezzo dal suo sbocco, si trovò più alto di quello del Pò alla Cavanella in distanza di miglia dodici, e un quarto delle sue foci, piedi 2. 2. 3; la pendenza del pelo del Pò in miglia 5., e tre quarti, che vi sono di differenza fra le dette distanze è in quel tratto, di once 4. 2.; e però riducendo il pelo del Pò a quel, che sarebbe in sito corrispondente a quello dell' Adige, riuscirebbe più basso di questo piedi 2. 6. 5. Ben'è vero, che l' Adige non era nella sua maggior bassezza, come vi era a un dipresso il Pò, onde il divario de' peli infimi di questi fiumi nei due siti, che si paragonano, sarà qualche cosa di meno dei detti piedi 2. 6. 5., nè è maraviglia, che non vi si trovi, che una piccola differenza in tanta vicinanza al termine comune del mare sul quale debbono a un dipresso andarsi a spianare le linee cadenti dell' uno, e dell' altro fiume.

Corollario III. E perchè (sebbene ne' fiumi influenti non si altera così considerabilmente la cadente del pelo, tanto alta, che bassa) si profonda l'alveo, e conseguentemente il pelo dell'acqua bassa &c. *potranno anche negli alvei di questi, quando l'abbassamento sia sufficiente, ottenere lo scolo le campagne contigue.*

Corollario IV. Similmente, perchè le piene de' fiumi influenti, debbono portare la loro superficie ad unirsi con quella della piena del tronco comune de' fiumi uniti, e dovendo ella avere una determinata pendenza; ne segue, che *abbassandosi la superficie della piena del fiume unito, resterà anche più bassa quella della piena del fiume influente*; e perciò non avrà bisogno di argini tanto alti, quanto richiederebbe, se dovesse portarsi da sè solo al mare.

Corollario V. E tanto meno alti si richiederanno vicino allo sbocco, e per quanto può durare il rigurgito del fiume recipiente; perchè, trovandosi in questo tratto, tutte le sezioni dell'alveo maggiori di quello, che richiede la quantità dell'acqua, che vi passa (comecchè questa ha la sua velocità impedita) ne segue, che la cadente della piena sarà meno inclinata in questo pezzo d'alveo, che nel restante più alto (*a*); e perciò gli argini, in detta parte, si richiederanno più bassi.

Co-

(*a*) Torna quì a proposito metter sotto gli occhi con un piccol profilo, non pure quello, che si dice in questo corollario, ma tutto ciò, che si è detto nel presente capo nono in ordine all'abbassamento dei fiumi per la loro unione.

Sia dunque [*Fig. 82. Tav. XVIII.*] AB il pelo basso di un recipiente, sotto cui sbocchi alla profondità AD il fiume solitario FODA, il cui pelo in somma escrescenza sia FCA, e il fondo stabilito OED [o siano le linee del pelo, e del fondo parallele, o come si vuole inclinate] e intendasi, che nella sezione CE del medesimo si faccia andare a sboccare un nuovo fiume. Dovrà dunque per le cose dimostrate nella proposizione 2. di questo capo, abbassarsi nella detta sezione il fondo E, anzi tutto il letto fino allo sbocco rendersi meno declive, quanto richiede la forza dell'acqua aggiunta di nuovo al recipiente; onde posto, che la linea GD abbia quella pendenza, che può esigere tal forza, dovrebbe GD essere la cadente da stabilirsi del nuovo letto, se lo sbocco si mantenesse tuttavia col suo fondo nel punto D. Ma perchè secondo le cose dette al §. *Per un' altra ragione* della medesima proposizione 2., il punto D si dee profondare; sia il profondamento a cui si stabilirà lo sbocco, DL, onde la sezione della foce sia divenuta AL, e per essa possa smaltirsi per l'appunto tutta l'acqua dei fiumi uniti, e pieni. Tirando dunque LH parallela a DG, sarà LH la linea del fondo stabilito dopo l'unione. In oltre, perchè alla proposizione 3. si è mostrato dovere la cadente del pelo dell'alveo comune a' fiumi uniti, esser meno inclinata all'orizzonte di quella del solo fiume FA. si dovrà dopo l'unione predetta abbassare il pelo delle piene come in AI. Perchè poi nella proposizione 3. si è fatto vedere, che superiormente all'unione ciascuno dei due fiumi dee abbassare il suo fondo, ed uguagliarlo nel punto dell'unione con quello dell'alveo comune, ritenendo per altro ciascuno di essi la primiera declività, tirando per H [che è il punto dell'alveo comune nella sezione della confluenza] la linea HM parallela ad EO, sarà HM la positura, a cui di sopra all'unione si ridurrà coll'escavazione il primiero fondo del recipiente EO. Quindi è, che nelle parti più lontane dalla confluenza il pelo del-

Corollario VI. Potendo molte volte *incontrarsi, che l'unione di più fiumi in un' alveo solo, lo scavi talmente, che la superficie delle piene non giunga al piano della campagna*; perciò, *in tal caso non sarebbe necessaria alcuna construzione d'argini*, e si provvederebbe a tutti que' danni, che portano seco le rotte de' medesimi: in somma si riceverebbero tutti que' vantaggi dall' unione, che procedono dall' avere il fiume incassato, piuttosto, che arginato.

Corollario VII. Perchè *l'acque unite* corrono con maggior corpo; e perciò con maggiore profondità, e sboccano al mare con foce più ampia, più profonda, e più libera; perciò *formano porti, e si rendono navigabili per buon tratto*; al che contribuisce ancora la poca declività della superficie del fiume, che rende più facile il navigare contr' acqua. Qual' utile apportino le navigazioni alle provincie, non è quì luogo di parlarne, come d' un punto assai noto; sapendosi, che molte Città debbono la loro origine, accrescimento, e conservazione a tale prerogativa.

Tutto ciò, che sin' ora si è detto, si dee' intendere, quando i fiumi siano stabiliti d' alveo, o portino acque torbide, che possano contribuire al loro stabilimento; e perciò non è applicabile a' condotti dell' acque piovane, le superficie delle quali, o per essere chiare, o perchè gli uomini hanno l' attenzione di mantener loro scavati gli alvei, a misura della necessità, regolarmente sono più basse (anche nelle loro maggiori escrescenze) delle piene de' fiumi; si dee parimente avvertire, che *quantunque tutti i predetti buoni effetti, si verifichino nel tronco del fiume unito; non è però necessario, che succedano sempre negli alvei di quelli, che si portano all' unione*, potendo darsi il caso, che riesca di maggior utile il portarsi un fiume da se al mare, che l'unirsi con un maggiore; dipendendo la determinazione del vantaggio, o svantaggio, da diverse circostanze, che meritano di essere esaminate: come sono, per esempio, la situazione del fiume, che si vorrebbe unire al

delle piene del primo fiume si dovrà abbassare come in N P (per il corollario 4. di questa proposizione) per modo, che le altezze P R, M N delle piene sopra il fondo M R restino a un dipresso eguali a quelle, che aveva il fiume ne' siti corrispondenti sopra il vecchio fondo O E; ma nelle parti più vicine alla confluenza, come nel tratto del nuovo fondo R H, dovrà alterarsi il pelo delle dette piene per l' impedimento del rigurgito delle nuove acque, le quali richiedendo nella prima sezione I H dei fiumi uniti una tal' altezza di corpo, come a cagion d' esempio I H, obbligheranno il pelo N P, che dee andare a concorrere con I A nel punto I, o non molto lungi da I, a rendersi meno inclinato, che nelle parti superiori, piegandosi come in P I quanto potrà bastare all' equilibrio della forza delle proprie acque colla resistenza delle acque dei due fiumi congiunti (come si avverte nel presente corollario 5.) rimanendo tuttavia la cadente del pelo della piena tanto del primo fiume, quanto dei fiumi uniti, N P I A tutta più bassa della primiera cadente A C F, siccome il fondo M H L rimarrà tutto più basso del primo fondo O E D.

al maggiore; la condizione della campagna di mezzo, e degli scoli di essa; e la caduta, esito, e distanza della foce; poichè, se la di lui linea, fino allo sbocco, fosse più breve, e con caduta al mare, maggiore di quella, che può avere sul pelo basso del fiume, col quale si pretendesse di unirlo; egli è certo, che niun buon' effetto si potrebbe sperare nell'alveo di esso; abbenchè fossero per succedere tutti gli accennati nell'alveo di quello, che lo ricevesse; anche però in questo caso, può succedere, che torni il conto di fare l'unione di due fiumi; come, se lo sbocco al mare fosse impedito, o in una spiaggia di poco fondo; e che perciò lasciasse luogo di dubitare, che il prolungamento della linea, potesse in breve togliere la necessaria caduta al fiume (*a*); o pu-

(*a*) Non si può dubitare, che l'accrescimento di nuove acque in un fiume non possa contribuire a togliere, o a scemare quell'alzamento, che potesse succeder di esso per lo prolungamento della sua linea, sboccando egli in una spiaggia di mare di poco fondo, in quanto le dette acque aggiunte debbono per le cose finora dimostrate far'abbassare e lo sbocco, e tutto il letto del fiume, Solo potrebbe alcuno mover dubbio se trattandosi di un fiume torbido aggiunto ad un'altro, potesse col moltiplicarsi la materia terrestre accelerare il prolungamento predetto della linea, e con ciò peggiorar la condizione del fiume. A rimover tal dubbio sia (*Fig. 83. Tav. XIX.*) AB il fondo del fiume, in cui si vuole introdurre l'altro, B il suo sbocco in mare. Si tiri l'orizzontale BC, e pongasi, che il fiume AB sia atto colle sue torbide a prolungar l'alveo in un dato tempo v. g. in dieci anni per lo spazio BC, talmente, che dopo tal prolungamento, e in capo al detto termine il fondo dello sbocco si debba esser protratto fino in C, e il fondo tutto del fiume trasportato in CD parallela ad AB. Venga ora introdotta nel fiume AB l'acqua di un'altro fiume ancorchè torbido. Per le cose finora dette è manifesto, che quando sarà seguita la protrazione della linea fino in C [tosto, o tardi, che ciò sia] il fondo dell' alveo comune non potrà trovarsi nella positura DC, ma dovrà averne presa un' altra meno inclinata, come CE, qual si conviene alla maggior forza dell' acque insieme congiunte; anzi dovendosi da queste acque abbassare anco il fondo dello sbocco, come in F, la vera linea, su cui il nuovo fondo si troverà dopo il detto prolungamento, sarà la FG parallela a CE, la qual linea FG necessariamente taglierà il primiero fondo avanti il prolungamento in un punto O anche più vicino a B del punto I, in cui l'avrebbe tagliato la retta CE [anzi potrebbe anco tal sezione O cadere di sotto al punto B] e taglierà parimente l'orizzontale BC in qualche punto, come in H. Ancorchè dunque si supponga, che per la maggior copia di terra portata dal fiume aggiunto, il prolungamento della linea da B fino in C sia seguito qualche poco più sollecitamente di quei dieci anni, ne' quali si supponeva poter seguire colle deposizioni del solo primo fiume, e avanti l' introduzione delle nuove torbide, nulladimeno è manifesto, che il tratto del nuovo fondo FH resterà assolutamente più basso dell' orizzontale BC, non che dell'alveo prolungato DC, e che parimente la parte superiore del nuovo alveo OG dall' intersecazione O al di sopra sarà anch'essa più bassa e dell'alveo primiero AO, e molto più di quell'altro DC, che in que' dieci anni si sarebbe formato; onde in caso, che il punto O cada fra I, e B, non vi sarà, che il solo tratto d'alveo OH (cioè quello, che scorrerà fra le nuove alluvioni dove già era mare, o pure assai vicino ad esso fino al punto H) che sia veramente più alto del tratto corrispondente OB, ma tuttavia sempre più basso di tutto il fondo DC, che in quel numero d'anni si sarebbe formato;

o pure s'egli portandosi al mare a dirittura, dovesse passare per siti bassi, che richiedessero grand' elevazione di argini, e simili; In somma è necessario un ben pesato giudizio di tutte le circostanze (a), ed una ben distinta cognizione di ciò, che succede all'unione de' fiumi, prima di determinare, quali siano i beneficj, che ponno ricavarsi, dal mandare un fiume a sboccare nel mare, o pure in un'altro maggiore.

Ecco adunque quanto bene la natura provveda, mandando i fiumi ad unirsi insieme, a' molti pregiudizj, che succederebbero alla loro disunione; e che di fatto sono molte volte succeduti, quando diversi accidenti hanno tenuti separati i fiumi, l'uno dall'altro. Era piena la Lom-

---

mato; e però niuno assoluto alzamento sarà seguito nel fiume, maggiore di quello, che ne' detti dieci anni sarebbe seguito, anzi nella maggior parte de' luoghi egli si sarà positivamente profondato, e più lungo tempo di que' dieci anni si richiederà a produrre un prolungamento tale, che il punto O, in cui il nuovo fondo stabilito dee incontrare il primiero letto A B, si avanzi all'insù nelle parti più lontane dallo sbocco, e ciò non ostante al disopra di quel punto il fiume sempre avrà guadagnato in profondità, onde maggiore sarà sempre il beneficio per la forza dell'acqua accresciuta, che il danno per la materia terrea aggiunta al fiume.

Tutto ciò si è detto nel supposto dell' Autore, che il poco fondo della spiaggia dia luogo a temere prolungamento di linea. Per altro dove il mare ha fondo considerabile non segue un tal' effetto, perocchè le burrasche rimescolando le materie deposte da' fiumi le assorbiscono, e le portano in alto mare. Atteso ciò non si può supporre, come pare, che alcuni vogliano, che gli aumenti delle spiagge, o i prolungamenti delle linee de' fiumi siano proporzionali a' tempi, ma si dee aver riguardo alla qualità de' fondi; altrimente vedendosi talvolta prolungate le dette linee in pochi anni qualche centinaia di pertiche si dovrebbe credere, che due mila anni fa, il mare giugnesse assai più dentro terra di quello, che veramente sappiamo, che egli vi giugneva.

(a) Fra le circostanze, che si debbono ponderare per accertarsi se sia espediente l'unione di più fiumi, una se ne considera dall'Autore nella prop. 5. di questo capo, ed altre ancora se ne adducono nel capo ultimo del presente trattato. Ma oltre di queste è anco da avvertire, che intanto debbono ne' fiumi uniti seguire quegli effetti di abbassamento, e del fondo, e del pelo, che si sono dimostrati, in quanto la forza delle acque di amendue cospira a produr tali effetti; onde se questi debbono succedere, convien supporre, che le acque predette in quello stato, in cui hanno forza di escavare gli alvei, cioè a dire nello stato di loro piena, insieme concorrano, e confluiscano nel letto comune, che è quanto dire, che le escrescenze de' fiumi, che si tratta di unire, siano (almeno in qualche grado di considerabile altezza) contemporanee, per modo che l'uno, e l'altro fiume ad un tempo stesso congiunga in quell'alveo le proprie forze a produrne l'escavazione. E però malamente ragionerebbe chi fondandosi sulla dottrina finora esposta, volesse applicarla a fiumi talmente disparati, che le loro piene ordinariamente non si incontrassero ad un tempo stesso, e specialmente ove si trattasse di semplici torrenti senza alcun' aiuto d'acque perenni; imperocchè sebbene anco rispetto a questi, in un caso, che si dasse di concorso simultaneo di qualche loro escrescenza, comincerebbe la natura a produrre quegli effetti, che si sono spiegati; nulladimeno difficilmente in una sola piena potrebbe compirli, e posto, che li compisse, venendo poi in altri casi le piene dell'uno senza quelle dell'altro, si potrebbe perdere tutto il guadagno fatto nel primo caso, anzi si potrebbe peggiorare di condizione a riguardo del dilatarsi, che allora dovrebbe fare la piena d'un solo fiume per una larghezza proporzionata ad amendue i fiumi uniti.

Lombardia, ne' contorni di Piacenza, di rami moltiplicati del Pò, e de' fiumi a lui tributarj, che la tenevano tutta ripiena di paludi, quando Emilio Scauro, riducendoli tutti in un sol tronco, bonificò quel paese, e lo rendette abitabile, e qual volta gli uomini, ingannati dall' apparenza, hanno pensato di sgravare gli alvei de' fiumi maggiori dall' acque, che si credevano soverchie, e lo hanno fatto col divertire qualche fiume, o torrente solito a sboccare in esso; non hanno tardato molto a sentirne i cattivi effetti: testimoni di ciò ne ponno essere i Ravegnani, per la diversione sopraddetta del Lamone dal Pò di Primaro; e gli abitatori della Romagnola bassa, per le diversioni de' fiumi Santerno, e Senio: nè lasciano i Ferraresi di sentire gli effetti dell' alzamento del fondo, e delle piene del Pò di Primaro, seguito non solo per la rivolta di tutto il Pò grande nel ramo di Venezia; ma anco per la rimozione de' fiumi predetti dal di lui alveo.

Io non intendo perciò di riprovare le risoluzioni di tutti quelli, che divertono acqua da' fiumi, siasi, o per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili (a) da un luogo all' altro; perchè vi sono de' fiumi, che lo permettono senza danno notabile: tali sono, per lo più, (1) quelli, che corrono chiari; attesochè, per difetto di materia, non ponno nè elevarsi, nè ristringersi l' alveo. (2) Quelli, che corrono per campagne alte di superficie, rispetto al fondo del fiume; poichè, abben-

(a) Pare, che l' Autore in questo luogo contrapponga all' unione de' fiumi sinora da lui commendata, e mostrata vantaggiosa, la diversione dell' acqua, o sia la diramazione d' un fiume in più alvei, o canali. Quì tuttavia è da ponderare, che propriamente parlando in ordine agli effetti sinora accennati, all' unione di due fiumi si contrappone più tosto l' esclusione d' un' influente dal suo recipiente (esemplificata poc' anzi da lui medesimo nella rimozione de' torrenti della Romagna dal Pò di Primaro) col mandarlo a sboccare ad altro termine, che la divisione di un solo fiume in più rami. La ragione è, perchè il diramare l' acqua d' un fiume non è propriamente altro, che un dilatarne l' alveo, mentre facendosi un nuovo canale si viene a fare scorrere in maggior larghezza quell' acqua medesima, che passava per minor larghezza, il che può bensì far' alzar' il fondo al punto della diramazione, gittando ivi un ridosso (come al coroll. 4. della prop. 5. cap. 5.) ma non può alzarsi il pelo superiore, mentre la maggior dilatazione, che si dà all' acqua, non permette tal' alzamento, anzi può per qualche tratto all' insù seguire abbassamento, e inclinazione maggiore, dilatandosi anche superiormente il fiume, e sebbene il vecchio alveo dalla diramazione in giù dovrà anco ristrignersi, tuttavia la somma delle due larghezze sempre resterà maggiore della primiera larghezza; ma quando si devia da un recipiente un fiume solito a sboccarvi, non si fa artificialmente alcun cangiamento nella larghezza del recipiente, ma solo sottraendo in esso la forza all' acqua, si obbliga egli stesso, e a ristrignersi, e ad alzarsi di fondo (come pur dee seguire nell' influente deviato) e tal' alzamento si dee propagare nell' uno, e nell' altro fiume anco alle parti superiori, e alterare tutta la cadente del fondo con elevarla, e con farne eziandio alzare la superficie, come dalla dottrina di sopra stabilita facilmente si raccoglie.

benchè questo qualche poco si elevi, tale alzamento poco, o nulla pregiudica. (3) Quelli, che hanno grandissima abbondanza d'acqua, dimanierachè la parte divertita non abbia sensibile proporzione colla rimanente. (4) Quelli, che portano materia sottile, la quale non richiede molta velocità per essere portata fino allo sbocco. (5) Quelli, ch' entrano nel mare in luoghi, ne' quali i flussi, e riflussi sono molto grandi; poichè l'acqua del mare, che nel tempo del flusso entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del riflusso, serve a tenere netto l'alveo dalle deposizioni; al che mi do' a credere, che s'appoggi la durabilità de' molti canali navigabili, che si trovano nell'Olanda, e in altri luoghi.

In contrapposto de' beneficj, che apporta l'unione de' fiumi, vi è qualche danno da non trasandarsi in questo luogo; poichè (1) i fiumi uniti, che sono anche i maggiori, hanno le tortuosità, più grandi di giro; e perciò qualunque volta si danno a corrodere una ripa, riesce più difficile, o almeno più dispendioso il difenderla, dimodochè in casi simili sovente accade, che si stimi minor danno il ritirarsi indietro con gli argini, che l'impedire con opere manufatte l'avanzamento della corrosione; questo danno però viene in parte ristorato dal fiume medesimo; perchè quanto esso leva di terreno da una parte, tanto ne aggiunge colle alluvioni dall'altra. (2) Accadendo una rotta negli argini di un fiume grande, occuperanno le di lui acque uscite dall'alveo, più grande ampiezza di terreno, che se fosse succeduta in un fiume picciolo; e perciò potranno essere causa di danni maggiori. (3) Queste rotte, comecchè riescono di più ampia apertura, portano maggior dispendio, e molte volte più difficultà in chiuderle, secondo le circostanze. (4) Quello, che è più notabile in questo particolare si è ciò, che dà motivo alla seguente proposizione.

PROPOSIZIONE V.

Se un fiume maggiore correrà con poca caduta, e dopo lasciato di portare ghiara, se gli unirà un fiume, che ne porti dentro il di lui alveo; sarà il fiume maggiore obbligato, o a mutar corso, o ad elevare il proprio fondo nelle parti superiori.

Poichè egli evidente, che l'acqua d'un fiume abbenchè mossa con velocità considerabile, non può spingere molto all'innanzi, un sasso gettatovi dentro, se non ha molta caduta nel fondo dell'alveo, e particolarmente, se il fondo predetto non sarà resistente. Vero è, che sul principio, e per poca quantità, la forza dell'acqua, scavando d'intorno al sasso, il terreno, lo seppellirà in esso; ma finalmente non potendo detto sasso essere profondato all'ingiù fino al centro della terra,

converrà, che il primo sasso seppellito arrivi ad un sito, sotto del quale non possa passare; e perciò potranno bene, sopra di esso, sostentarsi altri sassi, che bastino a riempire tutto il sito sino al piano del fondo del fiume, ma non più; nel qual caso non potendo più profondarsi il sasso, nè smaltirsi lungo il corso dell'acqua, attesa la poca declività del fondo dell' alveo; converrà, che entrati i sassi nell' alveo del fiume maggiore, ivi si fermino, e comincino ad elevare il fondo, per formare quella pendenza all'alveo, che è necessaria per impellere avanti i sassi, e le ghiare, avendo riguardo alla forza dell'acqua del fiume unito, non più a quella dell'influente: ed in questo caso, facendosi, come una chiusa di sassi attraverso dell'alveo del fiume unito, converrà, che la di lui acqua, nella parte posteriore, si elevi di superficie, per potere sormontare col suo corpo l'impedimento de' sassi portati dal fiume influente; e restando l'acqua del fondo, per causa dell' impedimento medesimo, priva, o rallentata di moto; ne seguirà, che ivi si faranno delle deposizioni; e per conseguenza il fondo dell'alveo, s'eleverà, tutto al contrario di quello, che succederebbe, se il fiume influente portasse materia omogenea a quella, che porta il fiume unito in dirittura dello sbocco; e la ragione di questa diversità si è, che nell'ultimo caso, l'unione de' fiumi accresce forza, ma non aggiunge impedimento; ma nel primo, aggiunge più d'impedimento, che di forza; e se accadesse, che tanta fosse la forza, quanto l'impedimento accresciuto, allora non si altererebbe, in conto alcuno, il fondo del fiume unito.

Tal'elevazione di fondo nelle parti posteriori dell'alveo, suppone una condizione difficile da ottenersi; ed è, che la ripa opposta allo sbocco del fiume influente resista alla corrosione; altrimenti, deponendosi il sasso dalla parte dello sbocco, e spingendosi avanti a scarpa verso la ripa opposta, lascierà il fondo maggiore della sezione dalla parte di essa ripa; alla quale perciò voltandosi il filone dell'acqua, comincierà ad aprirsi il passo verso quella parte, cagionando un giro di corrosione, per lo quale, a poco a poco volteransi tutta la corrente del fiume, proporzionandosi l'alveo in quel sito; al che seguirà, che il fiume influente prolungherà la sua linea, formandosi l' alveo dentro le ghiare deposte nel sito vecchio del fiume maggiore, e s' aprirà nell' alveo di esso un nuovo sbocco. E qui nuovamente si torneranno a produrre i medesimi effetti di prima, rispingendosi sempre la corrente del fiume maggiore al lato opposto, e facendo nuove corrosioni; e tutto ciò s' anderà continuando, finchè il fiume tributario, si farà prolungata la linea tanto, che cessi dal portar ghiare nell' alveo del fiume, dentro del quale egli dee avere l'ingresso. Il che &c.

Da questo principio mi do io a credere, che proceda, che i fiumi reali,

li, i quali ricevono il tributo di altri fiumi minori, se corrono per pianure, tengano la loro corrente lontana dalle radici de' monti; poichè siccome può essere, che il Pò, per esempio, abbia avuto una volta il suo corso vicino, o a gli Apennini, o a gli Euganei (dal che non discordano le tradizioni de' popoli; e le notizie, che dello stato antico di esso s'hanno dall' istorie) così può esserne stato rispinto, nella maniera predetta, da' fiumi, che scendono da essi, e che allora solo abbia trovato un sito stabile, quando trovatosi, quasi in mezzo della gran valle della Lombardia, s'è assicurato, che non entrino nel di lui alveo sassi, e ghiare portate da' fiumi influenti; ed in fatti s'osserva, che dopo, che il Pò lascia di correre in ghiara, non ne riceve più di sorte alcuna da' fiumi tributarj.

Da questa medesima causa può anche nascere la tortuosità, o piuttosto l'obliquo, e serpeggiante corso di alcuno de' fiumi reali; Poichè come si è detto, avendo essere rispinta da' sassi la corrente di esso, fino ad essersi sufficientemente prolungata la linea del fiume influente (per esempio, essendosi rivoltato in C D E, l'andamento del fiume reale (*Fig.* 52. *Tav. XII.*) fino a dar luogo al necessario allungamento della linea del fiume A B sino in B, che sia l'ultimo termine delle ghiare) può darsi il caso, che il fiume G F, anch' esso, richieda il prolungamento G F fino al punto F, supposto esso pure l'ultimo termine della portata de' sassi; nel qual supposto è evidente, che il corso del fiume C E F non potrà passare tra F, e G, ma necessariamente dovrà essere rispinto in E F; e per la stessa ragione potrà dal fiume H I essere nuovamente rispinto in F I, dimodochè il fiume reale prenda, per tali cause, il corso serpeggiante C D E F I, che in questo caso, non sarà un' errore di natura; ma bensì un rimedio necessario a provvedere a quegli sconcerti, che senza detta tortuosità, necessariamente succederebbero.

Da questa considerazione si cavano alcuni avvertimenti necessarj; il primo de' quali è, di non introdurre mai alcun fiume, che corra in ghiara, dentro l'alveo d'un fiume reale, che abbia il fondo arenoso, o limoso. (2) Di non abbreviare mai la linea a quei fiumi influenti, che portano il sasso assai vicino alla propria foce. (3) Che le corrosioni delle ripe de' fiumi reali, prodotte da' sassi, portati dentro de' loro alvei da' fiumi tributarj, sono irrimediabili; ed è opera, e spesa egualmente inutile, che dannosa al corso del fiume reale, l'ostarvi. (4) Che quando sia cosa possibile, torna più conto, o portare più abbasso la foce del fiume influente; o allungargli la strada colle tortuosità, per fargli deporre il sasso, prima dell'introduzione.

Noi abbiamo detto nel principio di questo capitolo, che molte volte l'unione de' fiumi è fatta per una necessità di natura. Ciò è mani-

nifesto in tutte le congiunture; perchè non essendo altro la natura, che la combinazione delle cause operanti, senza la direzione artificiosa della mente umana; tutte le volte, che più fiumi si sono uniti insieme senza opera di uomini, ciò è succeduto per virtù di cause necessariamente operanti, le quali sempre agiscono verso quella parte, dove trovano maggiore facilità; e perchè, come si è fatto vedere, i fiumi, quanto sono maggiori, tanto più facilmente smaltiscono le proprie acque; perciò quelle, che scorrono sopra la superficie della terra, si sono portate ad introdursi ne' fiumi grandi, facendo prima picciole unioni, e poi maggiori, sino al formarsi gli alvei de' fiumi reali. Tale necessità però molto più si manifesta ne' fiumi, che scorrono fra le montagne, dalle radici delle quali sono sforzati i fiumi a scorrere verso una parte determinata, cioè verso quella, dove si trova l' apertura di esse, che dà l' uscita al fiume medesimo; e perciò i fiumi, che scorrono fra' monti, seguitano, tanto nel loro corso, quanto nelle unioni, la direzione delle valli formate dalle montagne; siansi esse valli effetti del corso de' fiumi, o pure formate dalla natura prima di essi; e perciò non si uniscono i fiumi insieme, prima che una valle non sia aperta in un' altra, se pure non vi siano condotti sotterranei, per li quali possano i fiumi avere il loro esito. Gli effetti però sono i medesimi, tanto ne' fiumi, che scorrono fra le montagne, quanto in quelli, che per le pianure si portano al mare; nè variano in altro, se non in ciò, che i primi hanno il sito de' loro alvei più determinato, e ristretto fra le radici de' monti; ma i secondi ponno variar corso da un luogo all' altro, portandolo ora più a Levante, ora più a Ponente; e perciò pochi sono i luoghi della Lombardia, che in un tempo, o in un' altro non siano stati bagnati dalle acque del Pò, di cui, anche in oggi, si vedono tante vestigia di alvei derelitti.

Tutto il sopraddetto appartiene principalmente agli effetti, che s' osservano negli alvei de' fiumi uniti; ma per quello, che risguarda le alterazioni, che arrivano all' acqua corrente per essi, si dee distinguere; perchè, o si parla degli sbocchi, e di ciò abbiamo trattato nel capitolo antecedente, siccome di quello, che accade a' fiumi tributarj; o pure si discorre degli effetti dell' acque accomunate con quelle del recipiente, e di già abbiamo detto, che la direzione dello sbocco fa diversi effetti; onde resta da discorrere dell' alzamento, che fanno i fiumi influenti nel recipiente, il che procureremo di fare nel seguente capitolo.

CA-

CAPITOLO DECIMO.

Dell' escrescenze, e decrescenze de' fiumi, e della proporzione, colla quale s' aumentano l' acque de' medesimi.

POchi, per non dir niuno, sono i fiumi, che corrono sempre colla medesima quantità di acqua, senza accrescimento, o diminuzione; se pure non sono canali regolati, ne' quali s' attemperi l' introduzione dell' acqua con diverse fabbriche, o diversivi; il che anche riesce d' una somma difficoltà, particolarmente senza una continua vigilanza, ed assistenza alle macchine regolatrici: gli altri tutti s' accrescono d' acqua per diverse cagioni. Ma quì si dee per maggiore chiarezza distinguere; perchè o si parla della quantità assoluta dell' acqua, o pure della sezione, che occupa nel passaggio, per un dato sito del fiume. Se si parla della *quantità assoluta dell' acqua*, non v' ha dubbio, che questa *si accresce per lo maggiore vigore delle sorgenti: per la quantità delle piogge; per le nevi liquefatte, e per l' acqua de' fiumi influenti &c.* Ma se si discorre dell' area della sezione, che occupa, oltre le predette cagioni, può concorrervi *il ristagno del mare, o de' fiumi maggiori*; ed anche, sebbene insensibilmente, *la forza del vento* contrario alla corrente; *il ristringimento dell' alveo*; e generalmente *tutti gl' impedimenti inferiori*, che levano la velocità al corso del fiume.

L' accrescimento d' acqua ne' fiumi, per causa delle sorgenti più abbondanti, rare volte è repentino; ma per l' ordinario si fa gradatamente, e per lunghi intervalli di tempo; non così quello, ch' è prodotto dalle *piogge*, e dalle *nevi* liquefatte, le quali *fanno crescere ad un tratto i fiumi minori*, abbenchè (di rado incontrandosi, che i fiumi influenti s' accrescano tutti in un tempo) non procedano a proporzione le piene de' fiumi maggiori. Questi, se hanno lungo tratto, *ponno aumentarsi d' acqua nelle parti più vicine allo sbocco, senz' alterarsi nelle più lontane*; perchè può darsi il caso, che l' acqua delle piogge faccia crescere un fiume influente inferiore, e che, non piovendo nell' istesso tempo in quel tratto di paese, che tramanda le sue acque ad un' altro superiore, questi non si alteri dal suo stato ordinario; siccome può anche succedere, che cresca il fiume nelle parti superiori, e non riceva motivi d' accrescimento da' fiumi inferiori; ma non *perciò saranno esenti dall' escrescenza, le parti più basse dell' alveo*. Ciò d' ordinario succede nella liquefazione delle nevi, la quale facendosi ne' monti più alti solo l' estate, e soffiando il Sirocco, i fiumi inferiori, che d' ordinario nascono dalle montagne più basse, nelle quali si disfanno più presto le nevi, non ponno a quel tempo, per mancanza di queste, aumentarsi; ed ordina-

dinariamente, non succedendo l'estate piogge tali, da far correre i fiumi gonfi, nè meno per causa di queste possono, moralmente parlando, venire le piene a' fiumi inferiori. Quindi è, che attemperandosi l' accrescimento d'una causa, col difetto d'un' altra, ha ciascun fiume, siccome tutte l' altre cose, così il suo massimo stato, che non può eccedere naturalmente, cioè a dire i limiti del suo alzamento; ed abbenchè non sia impossibile l' unione di tutte le cause, e l'accrescimento della loro energia, nulladimeno *sunt certi denique fines*, i quali trasgredendosi, succederebbero diluvj irreparabili, come quando s' aprirono le cateratte del cielo, e gli abissi della terra. Resti dunque determinato, che *ogni fiume ha il suo termine d' altezza, oltre il quale non passano le di lui piene maggiori*, ed al quale devono essere superiori le ripe, e gli argini del fiume, acciocchè non succedano inondazioni.

Non è perciò meraviglia, se *le piene de' fiumi minori durano meno di quelle de' maggiori*; perchè, accrescendosi i primi per le escrescenze degl' influenti, che hanno gli sbocchi in poca distanza, l'uno dall' altro, corre poco divario dall' entrata di uno, all' entrata dell' altro, e richiedendosi poco spazio di tempo, per la brevità del cammino, allo scarico dell' acqua introdotta in essi; al cessare della causa produttrice della piena, cessa altresì, poco dopo, la medesima; ma ne' fiumi maggiori, quando anche le cause operanti concorressero tutte in un tempo, i fiumi inferiori più presto si scaricherebbero; dimodochè al sopravvenire della piena cagionata dall' influsso de' fiumi più alti, quelli avrebbero di già smaltite le proprie acque; e perciò non aggiungerebbero, più dell' ordinario, al fiume maggiore; ond' è, che frequentemente s' osserva, che *al cessare della piena dell' ultimo influente, sopravviene quella dell' altro immediatamente superiore*, e mantiene nel fiume recipiente quell' accrescimento, che non può essere effetto dell' influente inferiore; e così procedendo successivamente, chiaramente si vede, che tanto dee durare la piena, quanto basta per dare scarico a tutti i fiumi, che debbono tramandare le loro acque al mare in diverse distanze da esso.

Molto *più durano le piene fatte dal disfacimento delle nevi*, richiedendo queste lungo tempo al loro intero consumo, particolarmente, se esso dee succedere a forza di sole, che non opera egualmente in tutte le parti delle montagne, che hanno le loro facce esposte più, o meno a' raggi di esso; o pure opposte a' medesimi, e sono per lo più tali, che non ricevono il di lui calore, che dopo molte ore del giorno, e lo perdono molte ore prima della sera; quindi è, che *durando lungo tempo lo scioglimento delle nevi, durano a proporzione le piene de' fiumi*, le quali, siccome non arrivano al mare il primo momento, che le nevi cominciano a disfarsi, ma addimandano lo spazio talvolta di molti gior-

giorni, ne' fiumi di lungo tratto; così non cessano immediatamente, dopo il totale consumo delle medesime, ma continuano qualche giorno dopo, quanto cioè ricerca l'acqua per arrivare al mare, per lo tratto dell'alveo, nel quale corrono. Da ciò si toglie la meraviglia, che ostentano alcuni, nel veder venire talvolta le piene de' fiumi a ciel sereno, e senza pioggia veruna, per ispiegare il quale effetto, hanno indotte cause occulte, ricorrendo agl' influssi delle stelle, ed alle cause universali.

Succede anche talvolta, che *ne' siti alti d'un fiume venga una piena considerabile, e nelle parti inferiori non porti motivo di farvi sopra alcuna riflessione*, tanto riesce ella moderata; ciò succede, se la piena è fatta da' soli fiumi influenti superiori; perchè ne' proprj alvei, e nel tronco comune, può darsi il caso, che formino una sezione assai alta; ma arrivando ne' siti dell'alveo più dilatato, e non occupato in quel tempo dalle piene de' fiumi inferiori, è necessario, che, per la larghezza della sezione s'abbassi la superficie dell'acqua; e perciò non renda considerabile la piena. Ne' fiumi temporanei s'accoppia alla predetta, un' altra causa dell' effetto medesimo; ed è, che incontrandosi dopo una gran siccità, che il fiume s'accresca d'acqua, una parte di questa può essere imbevuta dal fondo, e dalle sponde dell'alveo, e fare l' effetto medesimo, che alle volte fanno le voragini incontrate per istrada da' fiumi; bisogna però, che l'acqua imbevuta dal terreno, abbia qualche manifesta proporzione a quella, che resta, acciò succeda l' effetto sensibile; che perciò non può osservarsi, che ne' fiumi piccioli, e nelle piene di poca durata.

Quando un fiume entra a correre nell' alveo d' un' altro, se questi avrà il fondo, e le sponde stabilite, e proporzionate all' acqua di tutti gli altri fiumi, che dentro vi mettono, non v'è dubbio, che *farà crescere l' altezza della di lui acqua più, o meno, secondo lo stato, in che lo troverà*. E' regola universale, ch' *entrando i fiumi influenti in acqua bassa del recipiente, accrescono l' altezza di questo più, che non fanno in acqua alta* (a), in manierachè il minimo accrescimento succede nelle piene più grandi del recipiente; e ciò, supposta la medesima quantità della piena dell' influente; quindi è, che *a stimare gli alzamenti, che fa un fiume in un' altro, è necessario considerare lo stato di quello, che lo riceve:*

 simil-

(a) Questa verità viene comprovata dalla comune sperienza almeno ne' tratti de' fiumi assai lontani dalle loro origini; ed è quella, che ha servito di fondamento alla maggior parte degli scrittori di questa materia a riconoscere, che le velocità de' fiumi hanno per lo più qualche connessione, e dipendenza dalle altezze correnti delle loro sezioni, comecchè abbiano poi variato nello stabilirne le leggi. In fatti non è così facile lo spiegare un tal fenomeno, supponendo, che le velocità dipendano dalla sola discesa dall' origine o reale, o equivalente.

similmente *se un fiume influente entrerà, colla sua piena torbida, in acqua bassa del recipiente, farà interrimenti nell' alveo di questo*, sì nel fondo, che nelle spiagge; ma tali interrimenti, siccome si fanno nel proprio alveo da ciascun fiume, per causa delle piene minori, e nelle maggiori si consumano; così al sopravvenire d'una piena più grande nel recipiente, tutti gl' interrimenti fatti dalla piena dell' influente, immediatamente si levano nell' atto di crescere, ch' ella fa successivamente; onde non è buon' argomento, per determinare, se un fiume interrisca l' alveo di un' altro, quello, che si fonda sopra l' osservazione degli effetti delle piene dell' influente. Per altro tali interrimenti non s' osservano, quando il fiume influente entra in acqua alta del recipiente, se l' altezza sia viva, e non indebolita dal ristagno del mare, o altro.

Entrando un' influente pieno in un recipiente basso, e cagionandovi, come si è detto, altezza considerabile, non solo si volterà verso il mare; ma *può darsi il caso, che rigurgiti all' insù per l' alveo del recipiente, fin dove arriva l' orizzontale dell' altezza da lui fatta* (a); ciò però sarà vero, quando, o il recipiente non avesse acqua di sorte alcuna; o pure così poca, che non potesse superare, colla sua acqua sopravvegnente nel tempo dell' alzamento, il rigurgito dell' influente; ed in questo caso, abbenchè nella parte inferiore succedano interrimenti, non però si faranno nella parte superiore; perchè l' acqua del recipiente ristagnata, obbligherà tutta la torbida a voltarsi all' ingiù; ma per altro, non potendo essa impedire il rigurgito, s' interrirà l' alveo anche nelle parti superiori, che però tornerà al suo essere primiero sopravvenendo la piena del recipiente. Quest' effetto s' osserva nel Pò di Primaro allo sbocco del Santerno, le piene del quale anticipando, di molte ore, quelle degli altri fiumi superiori (trattenuti di più, e ritardati dallo svagamento, che hanno per le paludi) rigurgitano per l' alveo del Pò predetto per molte miglia, correndo all' insù, quando trovino le acque basse, ed interrendo l' alveo del medesimo; ma, venendo le piene in acqua alta, non si fa rigurgito di sorte alcuna, e facendosi picciolo l' alzamento del pelo del recipiente, nel sito dell' introduzione, poco anche, o niuno è il ristagno, e l' elevazione dell' acqua del recipiente nelle parti superiori: che perciò sempre si rende minore, quanto più si scosta dallo sbocco, fino a farsi insensibile in poco spazio (b).

La

(a) Non si può dubitare, che l' influente non faccia qualche resistenza all' acqua superiore del recipiente, e che per conseguenza non si osservino anco in ciò le regole de' rigurgiti da noi accennate [nel miglior modo, che ci è stato possibile] nelle annotazioni al capo 8, dovendosi riguardare il tratto superiore del recipiente come un' influente, e l' alveo comune a' due fiumi, come il recipiente di esso. E però ci rimettiamo a quel poco, che ivi si è detto.

(b) Questo è appunto, ciò che seguendo le dottrine dell' Autore abbiamo mo-

La medesima diminuzione d' altezza di pelo d' acqua, si fa nell' alveo del recipiente, alla parte inferiore dello sbocco; perchè andando la cadente del pelo dell' acqua bassa ad unirsi colla superficie del mare, ed il simile dovendo fare la cadente del pelo della piena, è necessario, che la distanza di queste due linee concorrenti (le quali ogni ragion vuole, che siano congeneri, e simili) si faccia minore, quanto più si avvicinano al punto del concorso, cioè alla foce; e perciò *l'altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente, è maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore, quanto più la piena s' accosta al mare* (a); e conseguentemente non vi è necessario tanto di ripa, o d' argine per contenerla.

Le

---

stato nell' annotazione ultima del capo ottavo c. 434., cioè, che il pelo del fiume sostenuto dal rigurgito è meno inclinato di quello, che sarebbe senza il rigurgito; e tal verità fu posta in un' intera evidenza rispetto al rigurgito, che soffre il Pò da' suoi Influenti nella visita di questo fiume, e specialmente in quella del 1719., e 1720. per le asserzioni concordi di un gran numero di abitanti lungo il medesimo. Nè quì si vuol lasciare di notare di passaggio, che rispetto all' altro rigurgito, che dal recipiente soffrono gl' Influenti, il qual' effetto è assai più sensibile del primo, la medesima diminuzione della pendenza del pelo sostenuto dal rigurgito nelle dette visite fu comprovata con immediate misure prese in più luoghi. Così nel fiume Tesino il pelo alto della piena del Pò del 1705. secondo i segni, che ne furono indicati, si trovò aver rigurgitato presso la Città di Pavia in altezza di piedi 10. 8. 6. sopra il pelo corrente del medesimo Tesino dei 30. Novembre 1719., laddove alla casa Torti [luogo inferiore al detto sito, e non lontano dalla confluenza del Tesino col Pò] lo stesso rigurgito si alzò sopra il medesimo pelo del 30. Novembre piedi 11. 5. 6. Parimente nell' Ollio il rigurgito dell' escrescenze del Pò del 1719. al palazzo Gardani [che non è guari superiore allo sbocco in Pò] fu alto sopra il pelo dell' Ollio dei 29. Dicembre, piedi 16. 8. 8.; laddove alla chiavica della Bocca, posta in sito più alto, la detta altezza fu solamente piedi 13. 2. 9. Così pure nel Mincio l' alzamento della piena del Pò del 1719. sopra il pelo di quel fiume, nello stato in cui era fra i 13., e i 20. Gennaio [nel qual tempo non si alterò sensibilmente] fu minore a Mantova, che alla Virgiliana piedi 1. 8. 6, minore alla Virgiliana, che a Governolo p. 1. 2. 2., e minore a Governolo, che allo sbocco p. 0 6. 10. E nella Secchia l' altezza del rigurgito della stessa fiumana di Pò accaduta del 1719. sopra il pelo della Secchia degli 8., e 9. Gennaio 1720., fu maggiore alla chiavica di Codevico, che a quella di Madama p. 1. 11. 5., e a questa più che all' altra detta della Pietra p. 1. 2. 0., cioè a dire sempre minore a misura, che le osservazioni se ne facevano in parti più lontane dagli sbocchi degl' influenti, entro i quali era seguito il rigurgito di quella piena.

(a) Questa diminuzione dee essere assai sensibile in quelle parti dell' alveo nelle quali il fiume tuttavia si va accelerando, e perciò la superficie si va accostando al fondo [come presso le origini dei fiumi] e in quelle ancora nelle quali se ne accelera almeno la superficie, prendendo qualche considerabile inclinazione, come abbiamo detto, che di nuovo succede nell' accostarsi del fiume allo sbocco, e specialmente in acqua bassa del recipiente. Per altro in que' tratti, ne' quali secondo la dottrina dell' Autore i fiumi camminano senza accelerarsi sensibilmente per la discesa, e per conseguenza portano la superficie come parallela al fondo (come si è detto nell' annotazione 12. del capo 4. c. 185.) la detta diminuzione dell' altezza aggiunta dall' influente sopra il recipiente nelle

sue

Le piene maggiori dell' istesso fium osservate nell' istesso sito, *sono sempre più veloci delle minori*; e se qu he volta si vede il contrario, ciò è segno, che la piena non è verame maggiore, benchè tale apparisca, a causa de' ristagni inferiori; p ciachè *il segno della grandezza reale delle piene non è l' altezza sola del acqua*, ma piuttosto la velocità, ed inclinazione maggiore del pelo d la medesima (a); mentre è certo, che restando la superficie del ma sempre nello stato medesimo, allora potranno ben dedursi le pie maggiori dalla maggiore altezza, che però sarà sempre congiunta on maggiore velocità, ed altresì, con maggiore inclinazione di f erficie; ma *crescendo l' altezza ll' acqua per lo ristagno del mare*. *non crescendo la piena, allora la ocità si ritarda*, e la superficie d' acqua si rende meno declive. Non d no perciò annoverarsi tra piene tutti gli alzamenti dell' acqua; men questi possono esser etti anco degl' impedimenti inferiori.

Ab detto opra, *essere proprio de' fiumi maggiori*, *l' avere le piene di più lunga durata*, e ne abbiamo assegnata la causa, che è il diverso tempo dell' introduzione de' fiumi influenti colle loro piene nell' alveo comune; e la medesima ci fa conoscere, che *i fiumi maggiori non*

---

sue ipotesi appena dee esser sensibile; e infatti nelle regole, che egli dà appresso, di dedurre la proporzione delle acque di due fiumi dalla sola larghezza, ed altezza corrente di ciascuno di essi, viene tacitamente a supporre, che sia indifferente prender la misura di tal' altezza in qualunque sezione (purchè dentro i limiti dei tratti predetti) e però riguarda la detta altezza come uniforme, e il pelo alto come parallelo al fondo, e al pelo basso; nè da tale equidistanza pare, che debba sensibilmente distogliersi per l' ingresso dell' acqua di un solo fiume, quando non se ne distoglie per tutto quell' accrescimento, che vi è dalla massima bassezza fino al segno delle sue piene.

L' esperienza comprova questo discorso nel Reno; la cui altezza in tempo di piena di sotto allo sbocco dell' ultimo influente, che è la Sammoggia, per fino verso Vigarano, che è un tratto di 14. miglia, si mantiene (quanto comportano le irregolarità delle larghezze in alcuni siti) assai costantemente di piedi undici sopra il fondo, a cui è parallelo il pelo basso. Parimente nel Pò dallo sbocco del Mincio, ultimo degl' influenti perenni, fino verso la Stellata, il pelo delle piene non ha, che assai poca convergenza verso il pelo basso, e può prendersi come equidistante ad esso, avvegnachè di sotto alla Stellata cominci poi a rendersi sensibile l' accostamento dell' uno all' altro per la chiamata degli sbocchi.

(a) Non v' ha dubbio, che l' accrescimento di velocità in un fiume, o piuttosto in una determinata sezione d' un fiume non indichi accrescimento d' acqua, e grandezza reale della piena, eccettuandone solamente quelle sezioni, che sono tenute in collo dal rigurgito del recipiente, mentre se questi venisse a scemare d' altezza, dovrebbe nell' influente crescer la velocità almeno in superficie senza alcun' aumento d' acqua.

Rispetto poi all' indicio dedotto dall' accrescimento dell' inclinazione del pelo, questo effetto non è gran fatto sensibile, come nell' antecedente annotazione si è veduto, in que' tratti, ne' quali il fiume cammina in ogni stato colla medesima inclinazione, cioè parallelo al fondo (benchè in rigore ivi ancora debba aver qualche poco di convergenza) e si debbono parimente eccettuare le parti vicine agli sbocchi, ove l' inclinazione può crescere per lo solo calare del recipiente.

non passano dallo stato basso al maggior [illegible] *gno della piena con quella celerità, che fanno i fiumi minori*, attesa la [illegible] fferenza maggiore del tempo, che intercede tra l'arrivo di un fiume [illegible] nfluente, e quello di un' altro, il quale ne' minori, e ne' torrenti, è [illegible] co meno, che contemporaneo; e perciò particolarmente gli ultimi, [illegible] rivano colle piene così improvvisamente, che non danno tempo mo [illegible] volte a' passeggieri, i quali s' incontrano a passarli a guado, di por [illegible] in salvo; ma v'è ben'un'altra, anche più potente ragione, cioè, che [illegible] *mentandosi* successivamente *i fiumi con uguale quantità d'acqua sommin* [illegible] *ata in tempi eguali, non s' accrescono ugualmente in altezza*; ma magg [illegible] ri sono sempre gli alzamenti sul principio, che sul fine, in maniera c [illegible] un palmo di elevazione aggiunta ad un fiume già gonfio d'acqua, [illegible] ò essere effetto di una causa tre, o quattro volte maggiore di quella, [illegible] hé può accrescere all'acqua bassa due, o tre palmi di altezza; quin [illegible] è, che le piene sul principio si vedono crescere più sollecitamente; e [illegible] rciò un fiume, che s' alzi nelle piene, sette, o otto piedi, arriverà [illegible] suo colmo in poche ore; ed un'altro, le cui escrescenze s'elevino a [illegible] indici, o sedici piedi, stenterà ad arrivarvi in molte giornate.

Colla medesima proporzione dell'accrescimento, succede il decrescimento de' fiumi; posciachè quelli, che crescono poco, e sollecitamente nelle piene, anche presto si sgonfiano; ma gli altri, che spendono molto tempo per arrivare al sommo della piena, durano più a mantenersi in tale stato; perchè siccome l'accrescimento di molt'acqua in un fiume pieno, non fa, che una picciola elevazione, così la detrazione di altrettanta, non fa, che un simile abbassamento.

Sono più frequenti le piene maggiori in un fiume minore, che in un maggiore; e la ragione si è, ch'è più facile l'incontro di poche cause in operare, ciascheduna nel suo sommo vigore, di quello sia l'unione di molte; onde, dipendendo le piene massime de' fiumi grandi dal concorso di più fiumi influenti, è difficile, che s'incontrino tutti a portare successivamente, ed in tempo proporzionato le loro piene nell'alveo del recipiente; siccome è difficile, che le piogge s'incontrino a cadere, e le nevi a disfarsi, in un tempo medesimo, in tutti i luoghi d'un paese vastissimo, e molte volte di clima differente, come è quello, che occupa il corso d'un fiume reale; all'incontro in un fiume picciolo, che comincia, e finisce in una Provincia, è facile l'unire due, o tre fiumi influenti, a crescere nell'istesso tempo; e perciò a cagionare una piena, anche massima nel recipiente.

Hanno i fiumi certi tempi determinati, ne' quali, per lo più, succedono le maggiori escrescenze di tutto l'anno; poichè altri si gonfiano, la Primavera, e l'Autunno, altri, restando bassi tutto il resto dell'anno, s'ac-

s'accrescono solo l'Estate; e ciò dipende dalle cause delle piene maggiori, operanti più in un tempo, che in un'altro; posciachè, *quelli, che s'ingrossano per lo disfacimento delle nevi, hanno le loro piene a quel tempo, che regnano gli Sirocchi, o altri venti caldi*, che, in questo nostro clima, succede qualche volta l'Inverno, ma per lo più ne'mesi di Marzo, e di Aprile; ma ne'luoghi più alti, non bastando lo Sirocco, e richiedendosi accoppiato il fomento de'raggi solari, si prolunga la liquefazione delle nevi, a'mesi di Maggio, e di Giugno: *I fiumi* poi, *che si gonfiano per le piogge, hanno le loro massime piene l'Autunno*; perchè a quel tempo cominciano le piogge più frequenti, e durevoli. *I torrenti di poco corso si vedono più gonfi l'Estate, e nella Primavera*; quando, cioè, per cagione de'temporali, cadono le piogge più impetuose, ed abbondanti, abbenchè di minore durata; e non sarà difficile a chi si sia, considerando la cagione delle piene, ed il tempo nel quale dette cause si rendono più efficaci, il dedurre anche in qual tempo succedano le massime piene d'un fiume.

Molti fiumi però *hanno dell'escrescenze sregolate, delle quali non si vede alcuna manifesta cagione*; ponno però procedere da cause meno cognite, siasi, o perchè rendasi difficile l'indagarle; o pure, perchè la lontananza del luogo, dov'esse operano, induca un'ignoranza, che gli uomini non curano di levarsi, col disagio de'viaggi; tali sono le inondazioni del Nilo, del Tevere, e d'altri fiumi, delle cause delle quali vanno anche in traccia i filosofi, e gli architetti delle acque, senza averle potute finora accertare. Generalmente perciò pare, che non possa crescere l'altezza dell'acqua in un fiume, se o non s'accresce il di lei corpo, o non si scema la velocità; onde, per dire qualche cosa nel particolare di dette inondazioni, sarà bene discorrere sopra l'uno, e l'altro di questi capi.

L'accrescimento del corpo d'acqua si fa, o perchè le fontane ne somministrino in maggiore abbondanza; o perchè le piogge discendano più furiose; o perchè le nevi siano più copiose; o perchè le medesime si disfacciano con maggiore celerità. Queste ultime cause si rendono patenti per osservazione immediata; poichè ognuno può bene giudicare della quantità della pioggia, dell'altezza delle nevi, e della prestezza del loro scioglimento; può anche conoscere l'abbondanza delle sorgenti, quando queste sono manifeste, come quelle, che danno l'origine a' fiumi; ma perchè ve ne ponno essere anche di quelle, che siano ignote; *può darsi il caso, che senza disfacimento di nevi, senza pioggia, senza aumento d'acqua alle sorgenti del fiume il di lui corpo s'accresca*. Ognuno, che sia versato nella osservazione de' fiumi, o pratico dell'istorie di essi, sa, trovarsi alcuna volta negli alvei de' medesimi, delle voragini, alcuna

cuna delle quali assorbisce l'acqua di essi, e fa scemarla; ed alcun' altra ne somministra loro della nuova, e fa accrescerla: di queste voragini se ne trovano anche nel mare, ed è famosa quella di Norvegia, che sei ore riceve l'acqua, e sei altre la rigetta; così la Cariddi di Sicilia &c. e tra quelle de' fiumi si annoverano quelle del Danubio, alcune delle quali ingojano, ed altre vomitano l'acqua; e se non altro, si trovano nella superficie della terra delle aperture, che ricevono tutta l'acqua di fiumi grandi; ed altre, dalle quali scaturiscono fiumi interi; perciò può darsi il caso, che nell'alveo di qualche fiume, sempre coperto dall'acqua, o nel fondo di qualche lago, vi sia alcuna di queste voragini, la quale, per la maggior parte del tempo, assorbendo le acque (e perciò mantenendole sempre basse) cessi, per qualche giorno, dal suo solito ufficio, e cagioni piene non prevedute: o piuttosto, che dalla medesima scaturisca un'abbondanza di acqua così grande, ed insolita, che aumentando quelle del fiume, le obblighi a gonfiarsi straordinariamente.

Io non ardisco di asserire, che la causa delle inondazioni del Tevere, sia di questa natura; ma quando sussista ciò, che vien riferito da qualche Autore, cioè, essere accadute inondazioni spaventose a ciel sereno, in calma di mare, senza venti, e senza nevi alle montagne, crederei giusto il motivo di dubitare, che le sorgenti, o coperte, o scoperte, ne fossero stata la causa, e che tornasse conto l'accertarsi; se nell'alveo, o del Tevere, o de' tributarj di esso, vi sia alcuna voragine di tal natura. Egli è certo, che nell'alveo de' fiumi, che sono assai profondi, si manifestano sorgive, e di fatto, in tempo d'acque basse, si vedono grondare dalle ripe de' fiumi debolissime scaturigini d'acqua; ma di queste, in caso simile, non se ne tien conto veruno; siccome non si fa caso del consumo dell'acqua, che succede, come si è detto ne' temporanei, quando venendo le piene, e trovando l'alveo asciutto, una parte dell'acqua resta imbevuta dalla siccità della terra, che l'attrae anco molto da lontano; e perciò alle prime piene dell'Autunno, si vedono ravvivare le vene de' pozzi, e le sorgive delle campagne: sono però queste apparenze nient'altro, che un picciolo modello di ciò, che operano gli assorbimenti più grandi, e le sorgenti più gagliarde esistenti ne' letti de' fiumi. Si potrebbero addurre molte cagioni, per le quali le predette voragini ponno non operar sempre nella stessa maniera, o assorbendo, o rigettando l'acqua; ma perchè questo non è il principale oggetto di questo trattato, tralasciando di far ciò, passeremo a considerare l'accrescimento dell'altezza dell'acqua, per la diminuzione della velocità.

Le cause, che ritardano la velocità de' fiumi sono l'elevazione del pelo

lo del recipiente; la direzione del moto di esso, opposta a quella del filone dell' influente; il vento contrario; il ristringimento dell' alveo; e tutti gl' impedimenti inferiori. Dell' elevazione del pelo del recipiente, e della direzione opposta allo sbocco, abbiamo parlato abbastanza, trattando delle foci; e perciò tralascieremo di discorrerne quì. Rispetto alla forza del vento, questa dee considerarsi in due stati; perchè, o ella s' esercita per una linea parallela all' orizzonte; *ed allora poco toglie di velocità all' acqua del fiume*, potendo al più, ritardare quella sola, ch' è nella superficie; e perciò non mai si vede, che il vento cagioni elevazione sensibile nell' acque correnti; ma solo un certo increspamento, che fa credere a' poco pratici, che il fiume corra all' insù, attribuendo essi a tutta l' acqua quel moto, che vedono nell' alzamento successivo dell' onde: ovvero la direzione del vento è inclinata al piano orizzontale, e *non v' ha dubbio, che secondo la diversa inclinazione, e la forza, ch' ha in essa, non possa produrre effetto più manifesto*, facendo l' onda del fiume più elevata; ed in ciò forse consiste tutto l' alzamento, che può fare la direzione, e la forza del vento; ma perchè *il vento più inclinato all' orizzonte*, meno si oppone alla corrente; perciò anco *meno opera in ritardarla, almeno nelle parti inferiori*, le quali si sa per prova, anche ne' mari più burrascosi, non risentire il moto delle tempeste; anzi vi è, chi crede, portarsi la parte inferiore dell' onde, con moto contrario a quello del vento. Quindi è, che *per cause delle grandi inondazioni de' fiumi, non ponno accusarsi i venti*, se non quanto fanno elevare la superficie del mare, dentro il quale devono avere i fiumi l' ingresso. Finalmente il ristringimento dell' alveo, e gli altri impedimenti inferiori, o sono perpetui; ed in tal caso operano, anche fuori delle piene; o pure sono accidentali, e temporanei; e rade volte s' incontrerà, che siano di tal forza, che possano fare elevare notabilmente l' acque del fiume, ed in ogni caso è da considerarsi la loro qualità, per potere adeguatamente discorrerne.

Abbiamo di sopra addotto per regola, che le piene de' fiumi escavino il loro letto, quando si trova interrito dalle piene minori, o da altra cagione; tale proposizione però si dee intendere in termini abili; perchè *si danno de' casi*, tutto che accidentali, *ne' quali le piene maggiori fanno delle deposizioni nel loro letto*, che non sono fatte da altre minori. Per esempio, una piena mezzana d' un fiume, che sgorghi nel mare, in tempo della di lui somma bassezza, potrà, o profondarsi il letto; o pure mantenerselo espurgato, il che non farà una piena maggiore, che trovi il mare burrascoso; mentre ritardato il moto alle di lei acque, si deporrà nel fondo la materia più pesante; la quale, cessando il ristagno, e continuando la piena, o sopravvenendone

done un'altra, di nuovo si solleverà, e sarà portata al suo termine. La diversità parimente delle direzioni, che hanno le acque di un fiume, durante una piena maggiore (che nel diminuirsi di essa, riducendosi l'acqua ad un solo filone, si toglie) è cagione, che nelle piene più grandi, contrastando una direzione coll'altra, e per conseguenza rallentandosi il moto, si deponga qualche materia arenosa; ma cessando il contrasto predetto delle direzioni, e perciò obbedendo l'acqua ad una sola di esse, riacquista il moto, che prima avea perduto, e la materia deposta, di nuovo viene incorporata all'acqua, e portata altrove.

Lo stesso accade al cessare repentino dell'abbondanza dell'acqua, che forma la piena, perchè essendo dalla violenza precedente rapita qualche materia pesante, e portata a seconda del fiume, mancando d'improvviso la forza, che la sosteneva, cade in un tratto al fondo, e cagiona dossi, l'elevazione de' quali sopra il piano del fiume, porta seco un'inclinazione di superficie, molte volte maggiore di quella, che può sostenere la corrente dell'acqua bassa, senza corrosione; e perciò, non rare volte, s'osserva essere corroso il fondo del fiume, o piuttosto riportate via dall'acqua bassa dopo la piena, le deposizioni fatte nel tempo di essa. I ribalzi fatti in tempo di piene dal fondo alla superficie, e che cessano sminuendosi la velocità dell'acqua, (siansi essi prodotti, o da impedimenti sollevati sopra il piano del fiume, o da' gorghi, che rivomitino l'acqua per una direzione inclinata all'orizzonte) fanno gli effetti stessi, che il contrasto delle direzioni moltiplicate; e perciò anche in questo caso ponno succedere delle deposizioni, le quali nel cessare della piena, di nuovo si tolgano. Da queste osservazioni sono stati persuasi alcuni, che i fiumi torbidi interriscano tanto più, quanto sono maggiori, e che i fiumi chiari sempre scavino; ma da ciò, che abbiamo detto circa lo stabilimento degli alvei, chiaramente apparisce, che questi sono effetti di cause accidentali, e che le deposizioni, e l'escavazioni nascono da altro principio, che dalla torbidezza, non bastando la presenza della causa materiale, ma ricercandosi di più l'efficiente, per produrre un'effetto.

Tra gli effetti delle piene si contano le corrosioni delle ripe, e degli argini, e le rotte de' medesimi. Della generazione delle prime abbiamo detto, quanto occorreva *nel cap. 6.*; solo si dee avvertire, che le corrosioni non sono un'effetto derivante da' soli moti, e direzioni del fiume; ma molte volte vi concorre la gravità della terra, la quale privata del suo fondamento nelle parti più basse della ripa, supera col suo peso l'aderenza delle proprie parti, e staccandosi dal restante, cade nel gorgo sottoposto, nel qual luogo macerata dal continuo cor-

corſo del fiume, ſi ſcioglie in picciole particelle, ed incorporata all' acqua, viene portata altrove; quindi è, che nel maggior vigor delle piene ſcalzandoſi il piede delle ſponde, ſi toglie il ſoſtegno inferiore alla terra; ma eſſendovene un laterale, cioè l' altezza dell' acqua, che fa ſpinta contro *la ripa*, e tiene in qualche modo unite le parti della terra, queſta *durante la piena ſi ſoſtiene, ma nel calare della medeſima ſi vede dirupare, e manifeſtarſi la corroſione*; e quindi è, che le ripe, che ſtanno a perpendicolo ſul pelo dell' acqua, ſono più facili a corroderſi; e perciò *utile è il conſiglio di quelli, che ſcaricano le ripe de' froldi*, cioè, che le diſpongono ad un piano inclinato all' orizzonte; sì perchè queſta ſituazione più reſiſte all' impeto del fiume; sì perchè le corroſioni inferiori non cagionano così grande ſtaccamento di terra nelle parti ſuperiori della ſponda; sì finalmente, perchè la terra levata dalla ripa può ſervire, occorrendo, per rinforzo dell' argine alla parte eſteriore.

Le corroſioni grandi, ſe non s' ha tempo, e forza d' impedirle, o di provvedervi, *in un fiume incaſſato alto non fanno, che renderlo ſempre più tortuoſo*, mutargli la via del filone, e per conſeguenza traſportare più alto, o più baſſo il vertice della corroſione; ma *ne' fiumi, che addimandano argini, ſono cauſa delle rotte de' medeſimi*, e delle inondazioni ad eſſe ſuſſeguenti. Non oſtante però, che *la corroſione* anteceda qualunque rotta, *non è* quella *ſempre la principal cauſa di queſta*; poſciachè il ſormontare, che fa l' acqua il piano ſuperiore degli argini; il trapelare per li pori della terra, che li compone; l' impeto laterale contro argini deboli, che ponno eſſer tali, o per la qualità della terra, o per la loro ſtrettezza; e mille altre cagioni, ponno concorrere a rovinarli. Pertanto nelle rotte ſi oſſervano comunemente varj effetti, i quali, o ſono comuni a tutte le rotte, o ricevono qualche particolarità, ſecondo la diverſità delle cauſe, dalle quali procedono. Gli effetti adunque ſono

Prima. *Lo ſcemarſi repentino della piena, nelle parti ſuperiori del fiume*, più, o meno, a miſura della maggiore, o minore felicità dello ſcarico, che ha il fiume per eſſa. Queſto effetto naſce da ciò, che ſi è detto di ſopra, cioè, che le ſponde del fiume fanno conſiderabile reſiſtenza al corſo dell' acqua (*a*), e che queſta inferiormente ritardata,

(*a*) La reſiſtenza, che l' Autore dice in queſto luogo farſi dalle ſponde del fiume al corſo dell' acqua non tanto è quella, che dipende dal ſoffregamento di eſſa colle ſponde, quanto quella, che naſce dalla limitazione, che le ſponde fanno alla larghezza, eſſendo certo, che ſe le ſponde non vi foſſero, l' acqua non ſi ſoſterrebbe a quell' altezza a cui ſi ſoſtiene; onde la detta reſiſtenza in altro non conſiſte, che in una modificazione, che riceve l' acqua dalle ripe in ordine alla ſua al-

ta, dà occasione alla maggior' elevazione, non solo del proprio corpo, ma anche di quello dell' acqua superiore; levata perciò la resistenza della ripa, a causa della rottura dell' argine, e della libera espansione per le campagne, necessariamente l' acqua si rende più veloce (al che concorre, anche alle volte, la caduta precipitosa, che si trova al di sotto della rotta medesima) e perciò abbassandosi di pelo, permette, che la superficie del fiume nella parte superiore, anch' essa, si dispon-ga ad un simile abbassamento. Effetto simile è stato dimostrato dal Sig. Lorenzo Bellini insigne Medico, e Mattematico Fiorentino, e famosissimo per le sue opere ricevute dal mondo con tanto applauso, dovere succedere nella cavata del sangue dalle vene, e dall' arterie degli animali, avendo una grande analogia il corso del sangue per li proprj vasi, a quello dell' acque per gli alvei de' fiumi, ed equivalendo l' apertura della vena alla rottura di un' argine; siccome con questo simbolizzano le tuniche de' vasi predetti; il che ho voluto in questo luogo motivare, acciò appaia, non essere così disparate, le dottrine idrostatiche dalle mediche, anco pratiche, com' altri per avventura si crede; anzi essere affatto necessarie le prime, a chi vuol ben' intendere in molte parti le seconde, come spero di far vedere a suo tempo, applicando molte notizie desunte da questo trattato, alla fisiologia medica, ed alla dottrina de' mali particolari.

Il secondo effetto delle rotte de' fiumi è, che *nelle parti inferiori alla rotta, il corso dell' acqua si rende più tardo*; e ciò nasce dallo scemarsi, che fa l' acqua in quel luogo, divertita al di sopra, per l' apertura della rotta medesima.

Terzo. Perciò *al di sotto delle rotte, i fiumi torbidi fanno qualche deposizione, o dosso*, effetto del moto, reso più languido.

Quarto. E per lo contrario, *al di sopra succede maggiore escavazione nel fondo, e maggior corrosione nelle ripe*, procedente dalla velocità maggiore del corso; il che tutto maggiormente s' osserva nelle rotte, che si chiamano *in cavamento*, cioè in quelle, nelle quali la sponda è corrosa, e portata via, sino sul fondo del fiume; e più particolarmente, se il fiume avrà maggiore felicità di esito per la rotta, che per lo sbocco naturale.

Quinto. *Non solo nelle parti inferiori si rallenterà il corso dell' acqua*;

altezza, e direzione, e probabilmente anco in ordine alla velocità, come nelle annotazioni 7., e 11. del capo 4. c. 278. e 281. si è detto; onde la rotta equivale ad un' allargamento, o se si vuole ad una diramazione del fiume. E siccome un fiume nell' accostarsi ad un ramo nuovamente apertogli, maggiormente si inclinerebbe colla superficie, così dovrà fare nell' accostarsi all' apertura della rotta. Tale inclinazione maggiore va congiunta con accrescimento di velocità, perchè la discesa si fa più ripida.

ma anche potrà rivoltarsi all' insù, particolarmente, se di sotto alla rotta, entrerà in vicinanza qualche fiume influente, l' acque del quale, può darsi il caso, che o tutte si portino a scaricarsi per la rotta; o pure si dividano, scorrendo parte verso la rotta, parte verso la foce.

Sesto. *In caso, che le acque del fiume influente inferiore scorrano tutte per la rotta, si muterà la cadente dell' alveo inferiore inclinandosi al rovescio*, cioè verso la rotta, non con la declività propria del fiume recipiente; ma bensì con quella, che compete all' influente; ciò però non può succedere perfettamente, che col progresso del tempo, qualora tal cadente debba farsi per deposizione (*a*); ma se essa dovrà farsi per escavazione (come quando la rotta succede nella sponda d' un fiume, che abbia il fondo notabilmente elevato sopra il piano delle campagne) allora poco tempo si richiede a formare, quasi del tutto, tale cadente, ed in questa circostanza, può darsi il caso, che poco dopo seguita la rotta, l' acqua del fiume influente si rivolti tutta a correre per essa, ed abbandoni il letto inferiore; non già così, quando la cadente si dee fare per interrimento; poichè sul principio l' acqua dee scorrere bipartita, abbenchè dopo, alzandosi colle deposizioni l' alveo inferiore al fiume influente, a poco a poco, sia per escludere il corso dell' acqua per esso, o in tutto, o in parte, secondo la diversità delle circostanze.

Settimo. *Sintantochè dura la libera dilatazione dell' acqua uscita dalla rotta, saranno manifesti, e dureranno, fino a stabilirsi, gli effetti predetti*, e la rotta medesima si dilaterà a misura del corpo d' acqua, e della velocità del di lei corso; ma quando, o comincerà a riempirsi la

(*a*) Del caso, che l' Autore considera in questo luogo abbiamo un celebre esempio nella rotta del Pò [o naturale, o artificiale, che fosse] seguita nel duodecimo secolo sulla sinistra fra la Stellata, e Ficheruolo, mercè la quale venne a formarsi da lì in giù il Pò presente, detto il Pò grande, restando a poco a poco abbandonato l' antico alveo chiamato ora il Pò di Ferrara, per cui ne' tempi addietro sempre avea corso quel fiume. Sboccava in quest' alveo inferiormente al luogo della rotta, e in poca distanza da essa, il Panaro, onde le acque di questo (congiunte allora colle acque del Bolognese) cominciarono a rivolgere il loro corso verso la rotta; ma perchè il fondo di questa non era più basso delle campagne, attraverso le quali avea preso il corso (essendo al contrario in quelle parti il fondo del Pò tutto sepolto fra terra) conveniva, che il Panaro si andasse formando la sua cadente verso la rotta per replezione, e perciò passarono alcuni secoli prima di stabilirla, correndo frattanto le acque del Panaro bipartite, parte verso la rotta, e parte per l' antico Pò, mantenuto ancor vivo dalle acque di quel gran fiume, che almeno nelle escrescenze tuttavia seguivano ad entrarvi. Finalmente tolto l' ingresso anche a queste coll' intestatura con cui il vecchio Pò fu attraversato al Bondeno, il Panaro fece suo proprio alveo l' alveo abbandonato, dal suo sbocco fino al luogo della rotta, cioè fino all' origine presente del Pò grande, e ne rovesciò la pendenza, disponendola come tuttavia si osserva, e il rimanente del Pò di Ferrara dall' intestatura in giù rimase senz' acqua.

la vastità del sito, nel quale ebbe prima lo sfogo; o pure quando le alluvioni cominceranno a formare le sponde all'acqua corrente della rotta, cominceranno gli effetti medesimi a mancare; e perciò il pelo delle piene comincerà ad elevarsi; il fondo scavato ad interrirsi di nuovo; il corso dell'acqua accelerato a ritardarsi; il ritardato ad accelerarsi &c. Quindi nasce l'errore di molti, i quali si danno a credere, che gli effetti immediatamente susseguenti alle rotte, siano per continuar sempre, se si lasci, che i fiumi corrano liberamente per esse; e di questa natura è quello, che saviamente corresse il P. Castelli *al corol.* 13. *della sua misura delle acque*. Per altro egli è evidente, che gli effetti delle rotte devono cessare, chiuse, che elle siano; perchè cessata la causa, cioè l'apertura dell'argine, è di necessità, che manchino ancora i di lei prodotti.

Ottavo. *Quando l'acqua delle piene sormonta gli argini*, e cadendo dall'altezza di essi per lo pendio loro esteriore, li corrode, e facilmente li rompe, *si forma un gorgo a' piedi dell'argine aperto*, che impedisce il prendere la rotta, cioè il rifar l'argine nel sito primiero, il che succede anco sempre ne' fiumi, che hanno il letto superiore al piano delle campagne.

Nono. Ma *quando l'argine si rompe alla prima nel mezzo*, il che succede specialmente, quando, o l'argine è troppo debole, o la corrosione si avanza gagliardamente ad indebolirlo, o pure quando l'acqua, insinuandosi per li di lui pori, comincia a dilatarli, ed a farsi strada per essi, *allora il gorgo si forma più lontano dall'argine nella campagna*.

Decimo. *E se potesse darsi il caso, che l'argine fosse rotto senza alcuna caduta d'acqua*, come qualche volta succede nelle rotte degli argini di poca altezza, e di molto superiori colla sua base al fondo del fiume; in tal caso *non si genererebbe gorgo veruno*, spandendosi l'acqua quietamente per le campagne.

Undecimo. *Quando si osserva, una rotta avere generati più gorghi in diversa distanza dall'argine, allora*, prescindendo dalle altre cause, che ponno produrli, *è necessario, che l'argine sia rotto in diversi tempi*, cioè prima più alto, e poi più basso, o al contrario; *o pure, che l'acqua ribalzata dal primo gorgo, ne abbia formato un altro*, il qual' in tal caso sarà molto minore del più vicino all'argine.

Duodecimo. *L'acqua, ch'esce dalle rotte, sul principio corre bensì velocissima*, effetto, e della caduta abbondante, che trova in essa, e della dilatazione immediata; *ma dopo breve tratto rallentandosi il moto*, e perduta la direzione, *si allarga per le campagne*, portandosi a riempire i luoghi bassi, che trova, e rigurgita anche all'insù, fino a for-

mare il livello alla propria altezza, la quale si rende sempre maggiore, sintantochè, trovando l'acqua esito proporzionato a qualche parte, si pareggi l'entrata con l'uscita, ed allora non si fa più altro alzamento. Quindi è, che la direzione ricevuta, nell'uscire della rotta, spinge bensì l'acqua per qualche tratto a traverso della campagna, facendola anche sormontare siti alti, quali non toccherebbe, voltata che fosse la rotta, anche in quel sito, ad altra parte; ma tal'effetto non succede, che in poca distanza, mentre, per altro, l'acqua si porta a correre verso quella parte, dove maggiore è la caduta della campagna, maggiore l'apertura; e per conseguenza più facile l'esito, concorrendo anche a ciò la continuazione de' fossi, e degli alvei degli scoli delle campagne.

Per quello, che appartiene alla proporzione, con cui s'aumentano l'acque de' fiumi nelle piene, è dimostrato dal Castelli *alla prop. IV.* del primo libro della misura delle acque correnti, che, *se un fiume entrerà in un' altro fiume; l'altezza del primo nel proprio alveo, all'altezza, che avrà nell' alveo del secondo, avrà la proporzione composta delle proporzioni della larghezza dell' alveo del secondo alla larghezza dell' alveo del primo, e della velocità acquistata nell' alveo del secondo a quella, che avea nel proprio, e primo alveo*; ed alla *prop. V. Se un fiume scaricherà una quantità d' acqua in un tempo, e poi li sopravverrà una piena, la quantità dell' acqua, che si scaricherà in altrettanto tempo della piena, a quella, che si scaricava prima, mentre il fiume era basso, avrà la proporzione composta della velocità della piena, alla velocità della prima acqua, e dell' altezza della piena all' altezza della prima acqua*; e finalmente alla *prop. VI.. Se due piene eguali del medesimo torrente, entreranno in un fiume in diversi tempi, le altezze fatte dal torrente nel fiume, avranno fra loro la proporzione reciproca delle velocità acquistate nel fiume*.

Tutte queste proposizioni sono vere in teorica; ma egli è ben molto difficile in pratica di rinvenire la proporzione della velocità d' un fiume nel proprio alveo a quella, che acquista nell' alveo di quello, al quale s' unisce; la quale proporzione, nell' uso della quarta, e sesta proposizione, indispensabilmente si richiede, per determinare l' altezza, colla quale corre il fiume influente per l'alveo del recipiente. In oltre, nella pratica della quinta proposizione, che pure è verissima, si ricerca la proporzione, colla quale crescono le velocità al crescere delle altezze, ad effetto di determinare quella, che hanno insieme le velocità del fiume alto, e basso; e questa non cammina della stessa maniera ne' canali orizzontali, e negl' inclinati, ne' quali ha luogo l'accelerazione del moto per cagione della discesa, essendo per altro difficile, anzi impossibile, il rinvenire detta proporzione col mezzo dell' espe-

ſperienza, o di galleggianti traſportati dalla corrente, o di liquori colorati, framiſchiati all'acqua; poichè egli è fuori d'ogni dubbio, che le parti dell'acqua d'un fiume corrono con velocità differenti; o ſi deſuma la diverſità dalla larghezza, o dall'altezza della ſezione.

Per avvicinarſi dunque più al vero, io ſtimo, ſi debba ricorrere alla miſura dell'acqua, che porta in un dato tempo la piena d'un fiume influente, inſieme con quella del recipiente; e figurandoſi, che debbano correre unite, adattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell'alveo del recipiente, per quindi rinvenire l'altezza, che in eſſo può fare l'influente (*a*). Poichè egli è certo, che un torrente, che cor-

(*a*) Benchè l'Autore abbia preſo a trattare in generale di quell'aumento de' fiumi, che chiamaſi *piena* riſtrigne tuttavia in queſto luogo il ſuo diſcorſo a quel ſolo aumento, che ciaſcuno degli influenti da ſe può cagionare nel recipiente, la ſomma de' quali aumenti coſtituiſce la piena di queſt'ultimo; e per trovare tale accreſcimento ſtima doverſi ricorrere alla miſura delle acque, che porta in un dato tempo tanto l'influente quanto il recipiente, indagando in primo luogo tali miſure colle oſſervazioni, e poſcia *adattando*, come egli ſi eſprime, la velocità di tutto il corpo alle condizioni del recipiente. Intorno alle quali coſe ci occorre di fare qualche conſiderazione.

E prima per quello, che riguarda le miſure dell'acqua de' fiumi, il ſuo intendimento non è già, che ſe ne cerchi la miſura aſſoluta, cioè a dire la quantità d'acqua, che portano in miſure a noi note v. g. di piedi cubi &c. [perchè tal ricerca quando non foſſe piena d'incertezze, per le ragioni da noi addotte nell'annotazione 19. c. 297., e nelle altre antecedenti del capo 4., ſarebbe ſempre di gran difficultà a metterſi in pratica] ma ſolo la miſura riſpettiva, cioè la proporzione dell'acqua dell'uno a quella dell'altro fiume. Tal proporzione inſegna l'Autore, come fra poco vedremo nell'annotazione 11. c. 480., d'indagarla in quelle ſezioni de' fiumi, che riconoſcono la loro velocità dall'altezza corrente, ſervendoſi egli allora delle ſole miſure delle altezze, e delle larghezze per dedurre la proporzione delle acque; ma quando vi foſſe neceſſità di indagare tal proporzione in que' tratti, ne' quali i fiumi ſi andaſſero accelerando, onde le velocità dipendeſſero o in tutto, o nella maſſima parte dalla diſceſa, non ce ne da alcun metodo, nè io ſaprei proporne alcuno per avere almeno proſſimamente la proporzione, fuorchè il cercar prima con qualche eſperimento così nell'influente, come nel recipiente, la proporzione delle velocità della ſuperficie a quella del fondo, o piuttoſto in qualche diſcreta altezza ſopra il fondo, il che ſi può tentare col mezzo de' pendoli immerſi ne' fiumi, de' quali ſi è parlato nell'annotazione 12. del capo 7. c. 392., ſcegliendo nell'uno, e nell'altro fiume le ſezioni più anguſte, e i tratti d'alveo più retti, che foſſe poſſibile, e ſchivando quelli, ne' quali cadeſſe ſoſpetto di rigurgito. Trovata la proporzione delle velocità predette, ſe ne dedurrebbe quella delle acque nella ſeguente maniera.

Sia A B (*Fig.* 84. *Tav XIX.*) l'altezza dell'influente, F E quella del recipiente e ſtia la perpendicolare BC alla perpendicolare F G, come la velocità della ſuperficie del primo alla velocità della ſuperficie del ſecondo, e parimente B C ſtia ad A D, come quella della ſuperficie nel primo a quella del fondo nel medeſimo, e così pure ſtiano F G, E H, come le velocità della ſuperficie, e del fondo nell'altro fiume. Facciaſi, come la differenza de' quadrati B C, A D, al quadrato A D, così A B ad A V, e ſupponendo, come ora vogliamo ſupporre, che le velocità terminino ſenſibilmente ad un ſegmento parabolico, che paſſi per C, e per D (non potendoſi per le coſe dette all'annotazione 10. del capo 7. c. 388. andar con ciò molto lungi dal vero) ſarà V il vertice della parabola della velocità, cioè l'origine

corra per un' alveo di gran pendio, e perciò con gran velocità di discesa, farà una picciola sezione nel proprio letto; ma portando quantità grande di acqua in un fiume, che corra con poca caduta, potrà fare in esso, alzamento di acqua considerabile; ed all'incontro un fiume influente di poca velocità nel suo alveo, abbenchè abbia per tal cagione grande altezza di corpo, poca ne aggiungerà a quella del recipiente, se questa avrà considerabile pendenza, e perciò molta velocità. Egli

gine reale, o equivalente del fiume influente. Colla medesima costruzione si determinerà il vertice T della parabola TEH, la quale dovrebbe anco in pratica trovarsi la medesima, cioè del medesimo lato retto coll'altra VAD, o non molto diversa, potendo nascere tal diversità dalla diversa forza, applicazione, e distribuzione degli impedimenti dell' uno, e dell'altro fiume. Ma comunque ciò si trovi coll'esperienza, prendendo due terzi del rettangolo compreso dalle rette VB, BC si avrà lo spazio parabolico VCB, e detraendolo da due terzi del rettangolo delle linee VA, AD, che è lo spazio parabolico VAD, si avrà il segmento BCDA, che moltiplicato per la larghezza dell' influente rappresenterà la quantità dell'acqua di esso. Colla medesima costruzione si avrà lo spazio parabolico FGHE, che moltiplicato per la larghezza del recipiente darà la quantità dell' acqua, che egli porta, onde sarà nota la proporzione della loro portata nello stato, in cui si faranno fatte le osservazioni.

Supposta dunque nota in qualsivoglia modo la proporzione delle acque de' due fiumi, che si debbono unire insieme per passare a dedurre l' alzamento, che seguirà nel recipiente per la loro unione vuole l' Autore, che si *adatti la velocità di tutto il corpo, cioè della somma delle acque alle condizioni del recipiente*, con che, se non erro, vuole, che s' intenda doversi aver riguardo [oltre la larghezza del recipiente, per cui la somma delle acque dovrà passare] anco a quella velocità, che il recipiente ha già nel suo alveo, o piuttosto a quella, che potrà acquistare dopo l'aggiunta delle acque dell' altro, il che tuttavia non insegna, come si possa ridurre a calcolo, se non nel caso, in cui la condizione del recipiente fosse tale (come nelle sue ipotesi è per lo più quella de' fiumi lungi dalle loro origini) che egli riconoscesse la sua velocità (almeno per la massima parte) dall'altezza corrente delle sue sezioni, onde la velocità crescesse al crescer l' altezza, e nella ragione dimezzata di essa, del qual caso parleremo nelle annotazioni seguenti.

In fatti fuori del caso predetto non è possibile determinare l'alzamento d' un recipiente per l'aggiunta d' una quantità d' acqua, che abbia una proporzione data a quello di esso recipiente, se non si fa inoltre qualche altra ipotesi, cioè, o che le velocità del recipiente debbano in ciascuna parte dell'acqua rimanere le medesime dopo l'unione, o che debbano crescere, o scemare con qualche regola nota, e che parimente l'acqua dell' influente introdottavi debba serbare in ciò qualche legge. Se si volesse a cagion d'esempio, che dopo l'unione, senza cangiarsi punto le velocità terminanti al segmento parabolico FEHG, l'acqua dell'influente aggiunta sopra di esso, concepisse anch'essa de' gradi di velocità terminanti alla medesima scala continuata al di sopra, alzandosi come fino al punto I, per modo, che l'ordinata IO chiudesse lo spazio IOGF eguale all'acqua aggiunta, cioè allo spazio BCDA, allora per aver l'alzamento FI si dovrebbe dalla parabola nota IFG sottrarre lo spazio noto IOGF, per ricavar il residuo TIO, e cercarne poscia l' altezza TI, che sottratta dalla data TF mostrerebbe l' alzamento cercato FI. Ma una tal' ipotesi si è totalmente arbitraria, nè pare punto verisimile, anzi contraria all'esperienza, mentre ne seguirebbe, che aggiugnendo la medesima quantità d' acqua d' un' influente ad uno stesso recipiente, che si trovasse ora ad altezza minore ER sopra il suo fondo, ed ora ad altezza maggiore EF, l'accrescimento d' altezza RS nel primo caso sarebbe minore dell' accresci-

gli è ben vero, che per l'ordinario, i fiumi corrono, non con la velocità della discesa, ma bensì con quella, che imprime loro l'altezza del proprio corpo; e perciò in casi di tal natura si può senza scrupolo di errore considerabile (particolarmente avendosi le necessarie avverten-

scimento FI nel secondo, essendo manifesto, che maggior' altezza vi bisogna sopra di F, che sopra di R per fare il trapezio parabolico IOGF eguale al trapezio RSPQ, il che è contrario alle osservazioni comuni de' fiumi, come si è detto nell' annotazione prima di questo capo. c. 459.

Parimente se si supponesse (come figura il P. Abate Grandi nel suo primo esempio della proposizione 37. del lib. 2.) che la velocità della superficie delle acque unite nel recipiente dovesse mantenersi la medesima, che quella della superficie del recipiente avanti l'unione, e parimente tutte le velocità delle altre parti rimaner le medesime, che erano ad eguale profondità sotto la superficie di prima (il che è lo stesso, che il supporre, che dopo l'unione l'origine del fiume si sia rialzata d'altrettanto quanto l'influente ha fatto alzare la superficie del recipiente, serbandosi l'istesso parametro, e l'istessa distanza TF del vertice della parabola dalla superficie FG) allora figurando, che le acque unite debbano correre sotto la profondità FM, e ordinando MN, onde lo spazio EHNM esprima l'acqua aggiunta, si dovrebbe alla parabola nota TEH aggiugner il detto spazio noto EHNM per avere tutta la parabola TMN, di cui dovrebbe cercarsi l'altezza TM, e detrattane TE si avrebbe l'aumento EM. Questa supposizione non è soggetta all' inconveniente della prima, ma nè pur'essa ha alcuno sicuro fondamento, non essendo necessario, che all' unirsi de' due fiumi si serbi nella superficie, e in ciascuna profondità sotto di essa la velocità primiera; anzi se i due fiumi venissero da origini egualmente alte, pare, che all' alzarsi la superficie nell' alveo comune, dovesse scemarsene la velocità; perchè ne resterebbe scemata la discesa. Non mi trattengo nell' esemplificare, come si potessero calcolare gli alzamenti in queste, o in altre simili supposizioni, perciocchè le reputo affatto arbitrarie, ed anco perchè non sarà difficile intendere quello, che debba farsi da ciò, che diremo nelle annotazioni seguenti. Sarebbe desiderabile dedurre dalle sperienze qualche lume più certo per trovare in tali casi la legge delle velocità dopo l'unione delle acque, e calcolarne poscia gli alzamenti, che si cercano.

Solo avverto, che sebbene è indifferente l'investigare la proporzione delle acque de' due fiumi in qualsivoglia loro sezione (purchè si serbino le avvertenze poc' anzi dette nel §. *e prima* della presente annotazione) nulladimeno quell' aumento di altezza, che si troverebbe dover seguire per l'immissione d'un fiume nell' altro se si avessero supposizioni ben certe per calcolarlo, sarebbe diverso in diverse sezioni del recipiente, perocchè ne' tratti, de' quali parliamo, cioè in quelli, ne' quali egli tuttavia si va accelerando nella discesa, tal' aumento non può essere eguale in tutte le sezioni, ma nel passare dalla superiore AB [*Fig. 85. Tav. XIX.*] all' inferiore DE, l'aumento di altezza BC seguito per l'unione de' due fiumi, diviene EF minore di BC; onde converrebbe cercare la velocità del fondo, e della superficie nelle diverse sezioni, e per ciascuna descrivere la parabola della velocità, e fare il rimanente; se pure non si volesse piuttosto descriver l'iperboloide, che rappresenterebbe la curvatura della superficie CF. E ben vero, che potendosi questa poco scostare dalla linea retta, trovati, che ne fossero due punti C, ed F, si avrebbe la positura del detto pelo congiugnendo i detti due punti colla retta CF, senza errore di gran momento, supposto, che il fondo fosse piano.

Quando l'influente colla sua direzione potesse far contrasto al recipiente, e ritardarne la velocità, o quando secondandone il corso si potesse supporre, che contribuisse coll' impeto delle sue acque ad accrescerla, si dovrebbe aver riguardo anche a ciò, potendo nel primo caso riuscire l'alzamento maggiore del calcolato [se pure vi fossero principj sicuri per calco-

larlo

tenze) valere di questa proposizione. *Se un fiume crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell'acqua prima della piena, a quella della piena, avrà la proporzione composta della proporzione delle altezze, e della dimezzata delle altezze medesime* (a); e conseguentemente può aver luogo la regola addotta da noi alla *proposizione VIII. del lib. III. della misura delle acque c. 359. Tom. I.* (b); le quali proposizioni, sebbene si devono intendere in

---

larlo] e nel secondo, minore; anzi forse nullo, o pure in vece di alzamento seguirne abbassamento. Egli è ben vero, che non molto di sotto al punto dell'unione riducendosi di nuovo il recipiente a quella velocità, che converrebbe alla sua discesa, detratti gl' impedimenti superiori [uno de' quali potrebbe essere stato il detto contrasto dell' influente] e proseguendo per altro ad operare gl' impedimenti inferiori, tali effetti o di ritardamento, o di accelerazione non dovrebbero seguire, che per poco tratto.

(a) Ciò è lo stesso, che dire, che la quantità dell' acqua, che porta un recipiente da se solo sta alla somma delle acque di esso, e di un'influente a lui unito nella ragione composta di quella delle sue altezze avanti, e dopo l' unione, e della dimezzata delle medesime altezze; il che facilmente si dimostra, attesochè trattandosi di un'istesso fiume, e di una istessa sezione (che quì si vuol supporre di figura rettangola) e per conseguenza essendo invariabile la larghezza, le quantità d' acqua, che egli porta in diversi suoi stati debbono sempre star fra loro nella ragione composta di quella delle altezze, e di quella delle velocità medie. Ma la ragione delle velocità medie ne' fiumi, de' quali ora trattiamo, cioè ne' quali le velocità dipendono in tutto, almeno sensibilmente, dall'altezza corrente dell' acqua, non è, che la ragione dimezzata delle stesse altezze (essendo in tali casi le scale delle velocità due parabole dello stesso parametro, che hanno i loro vertici nella superficie corrente, nelle quali le velocità medie sono fra loro, come le massime ordinate, e queste sono nella ragione dimezzata delle ascisse, cioè delle altezze correnti.) Dunque le quantità dell'acqua nell'uno, e nell'altro stato saranno fra loro nella ragione composta delle altezze, e della dimezzata di esse. Da questa composizione di ragioni si deduce, che considerando le quantità delle acque, come numeri cubici, le velocità sono come le loro radici cubiche, e le altezze, come i quadrati di queste radici; onde si ricava la regola di calcolar l'alzamento di un recipiente per l' unione di un'influente, quando sia nota la proporzione delle acque dell' uno, e dell' altro fiume, e quando si tratti, come ora supponiamo, che il recipiente riconosca tutta la sua velocità dall'altezza, o almeno, che la discesa non vi abbia parte molto sensibile; imperocchè estratta la radice cubica tanto dalla quantità dell'acqua del solo recipiente, quanto dalla somma delle acque dell' uno, e dell'altro, i quadrati delle radici cubiche (o pure le radici cubiche dei quadrati delle dette due quantità, che è lo stesso) staranno fra loro come le due altezze prima, e dopo l' unione, onde essendo data l'altezza del recipiente prima dell' unione, per la regola aurea si troverà l'altezza dopo l'unione, come esemplificheremo nell'annotazione seguente.

(b) La proposizione, a cui ci rimanda quì l' Autore, insegna in primo luogo come si possa trovar la proporzione delle acque di due fiumi orizzontali, o almeno tali, che la velocità della discesa in essi sia spenta, e resti solo quella, che nasce dalla loro altezza corrente, e ciò senza aver uopo di alcuna misura, che dell'altezza, e della larghezza delle loro sezioni, non riputandosi da lui necessaria in simili casi la ricerca delle velocità, mentre queste gli risultano dalle medesime altezze. Dopo ciò insegna la medesima proposizione di calcolare l'alzamento, che dovrà seguire nella superficie dell' uno, per l' immissione dell'altro.

Quanto al primo la sua regola consiste in questo: Posto, che CB [*Fig. 86. Tav. XIX.*] sia la sezione dell' influente, la cui

in termini astratti, e prescindendo da ogni sorte di resistenze: nulladimeno però, perchè è meglio, che l'errore porti piuttosto qualche cosa di più, che di meno, egli è certo, che in fatti correndo i fiumi con molte resistenze alle loro velocità, queste, in parità di circostanze, vengono sempre più impedite negli alvei minori, che ne' maggiori; e calcolandosi la proporzione dell' acqua de' primi a quella de' secondi, mag-

---

cui larghezza A B, l'altezza A C; si prenda la radice quadrata dell' altezza A C, e si moltiplichi per la stessa altezza, e poscia per la larghezza A B; il prodotto esprimerà la quantità dell' acqua, che egli porta. Similmente prendendo la radice quadrata dell' altezza del recipiente E D, e moltiplicandola per la medesima E D, e quindi per la larghezza E F, si avrà la quantità dell' acqua del recipiente, o piuttosto i numeri così ritrovati esprimeranno la proporzione delle dette acque, avvertendo di praticare quì ancora nello scegliere le sezioni, le cautele prescritte nell' annotazione 8. c. 475.

In questo discorso, in cui solo può nascere qualche scrupolo nell' uso del presente metodo, si suppone tacitamente, che le velocità delle due sezioni, C B, D F vengano rappresentate da due parabole C G, D I, le quali non solo abbiano per asse le altezze C A, D E col vertice nella superficie corrente in C, e in D, ma siano inoltre dello stesso parametro; perocchè solo in tali supposti sarà vero, che le radici quadrate delle altezze A C, D E (le quali radici nelle parabole di parametro eguali si esprimono per le massime ordinate A G, E I) moltiplicate nelle stesse altezze A C, D E diano la proporzione degli spazj parabolici C A G, D E I, che esprimono i complessi, o sia le scale delle velocità, onde poi moltiplicando i detti spazj nelle larghezze A B, E F si abbia la proporzione delle acque; or quì lasciando da parte, che le scale delle velocità delle due sezioni predette, o pure dell' una, o dell' altra di esse potrebbero per avventura non esser parabole, attesa l'ineguale azione, e applicazione degl' impedimenti alle diverse parti dell' acqua, come l' Autore ha avvertito nel capo 7; e dissimulando ancora, come insensibile l'errore, che si commette nel supporre i vertici delle dette parabole precisamente ne' punti C, D della superficie, quando in rigor mattematico ne' fiumi inclinati essa dee pure ritenere qualche poco della velocità concepita per la discesa, certo è [per le cose dette nell' annotazione 15. del capo 4. c. 289., e in diversi luoghi di quelle del capo 7.] che secondo le ipotesi dell' Autore le parabole C G, D I esprimenti le velocità delle due sezioni potrebbero non avere egual parametro. Come se nell' uno de' fiumi [*Fig. 87. Tav. XIX.*] l' altezza A B fosse quella, sotto cui nella sezione data dell' uno di essi passerebbe tutta la sua acqua colla velocità libera, la qual velocità si esprimesse colla parabola A B C, ma a cagione degl' impedimenti essendosi dovuta alzare la superficie fino in D le velocità terminassero ad un' altra parabola D B F, dovrebbe questa esser' eguale alla parabola A B C, e perciò dovrebbe tagliarla in qualche punto come E, in cui lo spazio D E A venisse ad esser' uguale allo spazio E F C, il che essendo, non è possibile, che le due parabole A B C, D B F abbiano lo stesso lato retto. Che se ora si supponesse l' altro fiume non punto impedito, ma corrente nella sezione, di cui si tratta, sotto l' altezza G H dovuta alla sua velocità libera, onde la scala delle velocità fosse la parabola G H I di parametro eguale alla A B C, o pure si figurasse anch' egli impedito, e rialzato di superficie fino in K, per modo, che la parabola delle velocità impedite fosse K L M eguale di area alla G H I, ma non però di lato retto eguale alla D B F (caso possibile a succedere variandosi le parabole delle sezioni impedite a misura degli impedimenti, i quali ponno fare maggior effetto nell' uno, che nell' altro fiume) è manifesto, che questo metodo di determinare la proporzione delle acque de' due fiumi andrebbe lontano dal vero.

Que-

maggiore di quella, che realmente sia; ne nasce altresì l'alzamento fatto nel fiume influente, qualche poco maggiore del vero.

A vantaggio della medesima proporzione sta l'ampiezza delle golene, che ne' fiumi maggiori è assai grande, la quale allargando la sezione nella parte superiore, contribuisce a render l'altezza reale, tanto minore di quella, che nasce dal calcolo. Per evitare però questo se-

---

Questa difficultà, la quale non era ignota all' Autore, è quella, per cui egli ha avvertito poco dopo, che simili proposizioni non sono vere, che *in termini astratti, e prescindendo da ogni sorta di resistenze;* come se dichiarasse non pretendersi da lui di dare altro, che un'approssimazione; ed in oltre ha soggiunto, che essendo in parità di circostanze sempre più impedite le velocità ne' fiumi minori, che ne' maggiori, che vuol dire dovendo il parametro della parabola DBF, che esprime le velocità dell' influente (che per lo più suol' esser fiume minore del recipiente) esser minore di quello della parabola GHI, o KHM, che rappresenta quelle del recipiente, l' errore, che si commette seguendo il suo metodo, porta sempre ad accrescer la quantità dell' acqua del primo in proporzione di quella del secondo, e per conseguenza l' altezza, che poi si calcola de' fiumi uniti riesce soverchia, anzi che scarsa, il che torna a maggior sicurezza di tal ricerca. Con questa, e colle altre avvertenze, che seguono appresso ne' §§. *A vantaggio*, e *In questo*, parmi, che ci possiamo affidare, se non di calcolare col suo metodo la giusta proporzione delle acque de' due fiumi, almeno l' alzamento dell' uno per l' unione dell' altro non minore del vero.

Per altro, se in ciò rimanesse alcun dubbio, si potrebbe indagare anche nel caso de' fiumi, de' quali trattiamo, la proporzione delle acque in maniera simile a quella, che abbiamo accennata nell' annotazione 8. di questo capo c. 473., cioè a dire congiugnendo alle misure delle altezze, e delle larghezze quelle delle velocità dedotte dagli esperimenti de' pendoli, le quali velocità basterebbe in tal supposto cercare nel fondo, o presso il fondo di amendue i fiumi, e poscia tirare [*Fig. 86. Tav. XIX.*] le perpendicolari AG, EI proporzionali alle dette velocità, e intendendo descritte coi vertici C, D le parabole CG, DI, la proporzione degli spazj parabolici CAG, DEI [la qual proporzione è quella de' rettangoli CAG, DEI] sarebbe quella delle acque de' due fiumi, ancorchè i parametri delle due parabole così descritte non fossero eguali.

Trovata dunque (in qualunque modo ciò sia) la proporzione delle acque de' due fiumi, e supposto, che questi debbano correre uniti insieme nella larghezza EF, il metodo, che prescrive l' Autore nella proposizione da lui citata per trovar l' altezza EH della superficie del recipiente dopo la loro unione, è quello, che già abbiamo accennato nell' annotazione precedente: si estragga la radice cubica della quantità dell' acqua del recipiente DF, e si faccia il quadrato della detta radice. Si estragga parimente la radice cubica della somma di amendue le quantità d' acqua, e se ne faccia il quadrato; quindi come il primo quadrato al secondo, così sarà l' altezza del solo recipiente DE all' altezza cercata HE, onde si farà manifesto l' alzamento DH. Per maggior chiarezza soggiugneremo un' esempio del metodo dell' Autore nel calcolare tanto la proporzione delle acque di due fiumi, quanto nel calcolar l' alzamento dell' uno per l' altro.

Sia l' altezza dell' influente AC piedi 11, la cui radice quadrata è $3 \frac{317}{1000}$ in circa. Moltiplicando questo numero per la detta altezza di p. 11, e per la larghezza AB, che si suppone piedi 139, sarà la quantità dell' acqua dell' influente espressa dal prodotto 5071. Pongasi l' altezza del recipiente ED piedi 30, la cui radice quadrata è prossimamente $5 \frac{477}{1000}$; moltiplicandola per l' altezza 30, e per la

secondo errore, buon consiglio sarà (quando non si abbiano regolatori, che formino una sezione ben giusta) quello di prendere le misure dell' altezza, e larghezza dell' uno, e dell' altro fiume nelle sezioni più anguste di essi; essendo certo, che correndo per esse, egualmente, che per tutte l'altre più larghe la medesima quantità di acqua, si trovano nelle medesime, le larghezze, e le altezze delle sezioni, più vive.

In questo proposito deesi in oltre considerare ciò, che abbiamo detto più volte; darsi, cioè, ne' fiumi maggiori delle larghezze d' alveo soprabbondanti, dal che nasce, che, siccome ristringendosi esse al dovere,

---

la larghezza EF, che si figurerà piedi 760. ne verrà per l' acqua del recipiente 124875. Aggiugnendola a quella dell' influente si avrà la somma delle acque 129946. La radice cubica del primo di questi numeri 124875. si troverà 49 $\frac{98}{100}$, il cui quadrato è 2498., e la radice cubica del secondo 129946 sarà 50 $\frac{65}{100}$, il cui quadrato è prossimamente 2565. Dunque come 2498 a 2565, così piedi 30, altezza del solo recipiente ED, a piedi 30 once 10, che sarà l' altezza cercata EH de' fiumi uniti, e l' aumento HD sarà once 10.

Questi, e simili calcoli si ponno facilitare di molto per mezzo delle tavole paraboliche del P. Abate Grandi, nelle quali avendo disposte in una colonna accanto alla serie di tutti i numeri naturali, che sono le altezze in once di piedi, o di braccia, le loro radici quadrate, che esprimono la velocità, e in un' altra colonna i prodotti di queste nei detti numeri delle altezze, che vengono ad essere i cubi delle velocità, e rappresentano gli spazj parabolici, o le quantità delle acque, data che sia una di queste tre quantità, si trovano accanto di essa in un' occhiata le altre due. Così nel caso dell' esempio presente accanto all' altezza dell' influente di piedi 11, cioè di once 132, si trova l' area parabolica [supposto il lato retto della parabola, qual' egli lo ha preso arbitrariamente] 1516 $\frac{68}{1000}$, che moltiplicata per la larghezza di p. 150 produce la quantità dell' acqua 210818 $\frac{52}{100}$; e parimente accanto l' altezza del recipiente di p. 30, o sia di once 360, si ha lo spazio parabolico 6829 $\frac{20}{100}$, che moltiplicato per la larghezza di p. 760, dà la quantità dell' acqua del recipiente 5190192; e questi numeri, cioè 210818 $\frac{52}{100}$, e 5190192, benchè siano diversi dai due poc' anzi da noi trovati 5071, e 124875, hanno tuttavia la medesima proporzione di questi, cioè quella delle acque dei due fiumi. La somma dei detti spazj parabolici è 54010052, che divisa per la larghezza del recipiente di p. 760, dà lo spazio della parabola per li fiumi uniti 7105 $\frac{59}{100}$, la quale cercata nella medesima tavola (o preso il numero più prossimo ad essa, che si trova essere 7118 $\frac{80}{100}$) mostra nella colonna delle altezze l' altezza cercata di once 370, cioè p. 30, once 10 come prima.

Queste regole tanto di cercare la proporzione delle acque, quanto di dedurre l' alzamento d' un fiume per l' altro, presupponendo, che i fiumi non si accelerino per la discesa, non hanno luogo se non per que' tratti, ne' quali camminano col pelo sensibilmente parallelo al fondo, o almeno dove a larghezze eguali corrispondono in ciascuno di loro eguali altezze, onde non si ponno applicare ai tratti impediti dal rigurgito, come l' Autore avverte poco più sotto, essendo ivi tutte le sezioni maggiori del giusto, e le altezze ineguali; calcolato poi che sia l' alzamento del recipiente in una sezione, tal misura serve sensibilmente per tutte le altre sezioni del tratto predetto.

vere, non si alzerebbe l' acqua del fiume un pelo, e nel sito del loro ristringimento potrebbe molte volte correre il fiume influente; così si possono dare de' casi, che un fiume influente entri pieno nel grand' alveo di un recipiente, e non vi faccia alzamento sensibile, quando per altro, dal calcolo che suppone sempre le larghezze vive, può essere, che risulti notabile; bastando a questo effetto, che l' acqua stagnante, o girata ne' vortici delle sezioni più larghe, prenda direzione seguita all' ingiù, nella maniera medesima, che le piene de' fiumi influenti appena si elevano di superficie sopra il pelo dell' acque, rigurgitate per li loro alvei dal recipiente: e perchè vicino agli sbocchi (si aprano essi, o nel mare, o in altri fiumi) la capacità dell' alveo si fa sempre maggiore: perciò le piene sopravvenienti in que' luoghi, fanno regolarmente minore alzamento al punto dell' unione, e (come si è detto di sopra) sempre minore, quanto più la piena s' avvicina allo sbocco (*a*). Se c' immagineremo, che due fiumi sbocchino nel mare con foci se-

(*a*) Quello, che quì si dice d' una piena si dee intendere anco dell' alzamento fatto da un semplice influente, il qual' alzamento sarà minore nel punto dell' unione de' due fiumi, se questa si farà in sito alterato dal rigurgito, di quel che sarebbe se succedesse nel tratto superiore non alterato, e si andrà poi sempre sminuendo nell' accostarsi allo sbocco, come si raccoglie dalle cose dette nel capo 8. annotazione 8. c. 431. Se poi si cercasse la misura dell' alzamento predetto, supposta la confluenza in sito, che soggiacia al rigurgito, ognuno può vedere, che sarebbe assai difficile il rinvenirla per le incertezze, dalle quali è inviluppata questa materia, e che si sono vedute nel detto capo 8. Tutto ciò, che parmi potersi fare per approssimarsi al vero sarebbe calcolare l' alzamento predetto, come se dovesse seguire in parte superiore, e non alterata dal rigurgito, e quindi avendo noto a un dipresso, per osservazioni fatte del recipiente, quel punto del suo alveo, in cui nel dato stato d' altezza dell' altro recipiente, in cui egli sbocca, e nel dato grado di piena, per cui si fa il calcolo, comincia il suo pelo ad inclinarsi notabilmente sotto la linea parallela al fondo, e al pelo basso, a cui nelle parti superiori cammina parallelo, scemare la quantità dell' alzamento calcolato nella ragione delle distanze dello sbocco del recipiente dal detto punto, e da quello della confluenza de' due fiumi. Come se il pelo del recipiente in quella portata d' acqua, per cui si fa il calcolo, fosse A B [*Fig. 88. Tav. XIX.*] e il punto B fosse quello, in cui egli comincia sensibilmente ad abbassarsi sotto la direzione del suo tratto superiore A B, che era parallela al fondo, e al pelo basso, e parimente il pelo dell' altro recipiente, in cui egli sbocca nello stato, per cui si cerca l' alzamento, fosse T S, tirando per lo punto dello sbocco T l' orizzontale T E, che tagli la sezione B E in E, e supponendo che la confluenza dovesse seguire nella sezione, che passa per lo punto K di questa linea, condotta K I parallela ad E B, sarebbe come T E a T K, così B E a K I. Avendo dunque calcolato l' alzamento B G, che seguirebbe per l' unione de' due fiumi se dovesse farsi nel tratto superiore B (nel qual tratto il pelo F G de' fiumi uniti sarebbe parallelo ad A B) e tirata la retta G T, se si farà come E B a K I (cioè come T E a T K) così B G ad I H, si dedurrà assai prossimamente l' altezza I H, che l' influente aggiugnerebbe al recipiente nella sezione K I fingendo la loro unione fatta in B, la qual' altezza dee essere la medesima, ancorchè l' unione si faccia solo nella sezione K I. Questo metodo suppone i peli rettilinei, e che debbano concorrere coll' orizzonte T S per l' appunto nello sbocco T, le quali supposizioni potrebbero alquanto scostarsi dal giusto, come si è detto nel capo 8. e però non si dà, che per un' approssimazione.

separate, ma, quanto dir si possa, vicine; egli è certo, che non elevandosi per l'influsso di alcuno di essi, sensibilmente il pelo del mare, la piena di uno non dovrà alterare quella dell'altro: lo stesso succederebbe, se avessero il solo sbocco comune; ma se gli alvei si unissero insieme al di sopra della marina, ognuno facilmente giudicherà, dovere farsi qualche alzamento maggiore nelle piene unite, abbenchè poco, ed insensibile, con questa regola, cioè, che sia minore nelle minori distanze dal mare, e maggiore nelle maggiori, sino però a un certo termine, e non più oltre, il qual termine è definito dal sito, al quale si estendono i rigurgiti dal recipiente. Quindi apparisce, quanto importi di scegliere siti proporzionati, quando si vogliono fare le misure delle sezioni de' fiumi, per avere quella delle acque, che passano per essi; e fra l'altre può servire anche questa regola, di non considerare per buone le sezioni degli alvei, che patiscono il rigurgito, come quelle, nelle quali, sì le altezze, che le larghezze non sono mai vive. Deriva anche dalle predette considerazioni un'altro avvertimento, cioè la cognizione del vantaggio, che si ricava dal mandare a sboccare i fiumi minori ne' maggiori in sito, dove arrivi il rigurgito del mare; poichè ivi crescono meno in altezza i fiumi recipienti, per l'unione degl'influenti, mancando in questo caso dal suo ufficio il calcolo dell'altezze sopraggiunte, che sempre darà di più del vero; siccome le sezioni del fiume sono sempre maggiori delle vive in altri luoghi di esso.

CAPITOLO UNDECIMO.

Degli scoli delle campagne, e loro regole.

OLtre i fiumi maggiori, i quali hanno origine dalle proprie fonti nelle più alte montagne, ed i torrenti, che, sebbene non hanno alimento da acque vive, nulladimeno anch' essi nascono da' monti; vi è un'altra specie di fiumicelli, che portano acque di sole piogge, ma cominciano nelle pianure. Questi poche volte, o non mai, sono fatti dalla sola natura; bensì dall'arte degli uomini, i quali per essiccare le campagne, e renderle idonee alla cultura, hanno scavati fossi, ne' quali immediatamente s'introduce l'acqua delle piogge, e che vanno ad unirsi con altri, e finalmente a sboccare in un' alveo comune, pure manualmente scavato, che si chiama con nome generale *scolo*, *fossa di scolo*, *condotto*, *tratturo*, *discursorio*, o in altra maniera, secondo la diversità de' paesi, e tali scoli hanno i nomi proprj, come si pratica rispetto a' fiumi. *Sono* dunque *gli scoli per lo più di pubblica ragione*; perchè

che è comune a molti il diritto d'introdurvi dentro le loro acque piovane, che per l'alveo de' medesimi, scorrono verso il loro termine. Si dà però il caso, che alcune campagne non abbiano bisogno di pubblico scolo per essere mantenute asciutte; e queste sono quelle, le quali sono contigue alle ripe de' fiumi, che corrono incassati, dentro de' quali, per fossi particolari, introducono l'acque loro; ma questi non meritano veruna considerazione, come che sono piccioli, e perchè la natura medesima insegua di maneggiarli.

E' il pendio delle pianure ordinariamente così poco, e la superficie delle medesime così disuguale, che *non sarebbe possibile, che l'acque delle pioggie, se non fossero impetuose, senza l'uso dei fossi, potessero scorrere per esse dall'alto al basso, e lasciare le campagne in istato di perfetta cultura*, particolarmente in tempo di primavera, e di estate, quando l'erbe cresciute facessero al loro scarico notabile impedimento. E' vero, che *tutte l'acque finalmente si riducono a' luoghi bassi*, e lasciano scoperti i più alti; ma è altrettanto vero, che per far ciò, è necessario lungo spazio di tempo, nel quale la terra imbevuta di soverchio umore, s'insterilisce; e che si trovano sparsi per le pianure luoghi bassi, e racchiusi d'attorno attorno, dai terreni più alti, ne' quali adunandosi l'acqua, e non potendone uscire, di necessità sarebbe una palude come vediamo succedere ne' paesi negletti dagli uomini. Ciò ha posti in necessità i popoli di ridurre le pianure, tutte comunicanti per via di fossi escavati, e d'indirizzare questi a quei luoghi, dove l'esperienza ha mostrato trovarsi conche, o basse continuate, e lungo di esse scavarne canali capaci a ricevere l'acque delle piogge per lo mezzo dei fossi delle campagne, dal quale artificio è nata l'efficcazione d'intere provincie, rese, e mantenute fertilissime dalla continua conservazione delle primiere escavazioni (a).

Hanno il loro termine questi condotti, *o ne' fiumi vicini, o nelle paludi, stagni &c., o nel mare*. Quelli, che sboccano ne' fiumi, bisogna, che *servano a campagne, che siano più alte, almeno del fondo di essi, se sono temporanei; o pure del pelo basso dei medesimi, se sono perenni*. La foce parimente, che hanno al fiume può essere, *o libera, o difesa con chiaviche*: ponno avere la foce libera, cioè aperta in ogni tempo agli scoli, *il fondo de' quali è più alto, o almeno non più basso delle piene maggiori del fiume*; altrimenti se il fiume sarà torbido, rigurgitando per lo condotto, lo interrirà, e gli turerà lo sbocco; quindi è, che *i soli terreni assai alti ponno scolare, a condotto aperto, ne' fiumi*; ma *se questi averan-*

(a) Cioè di quelle, che avendo bastante altezza per trasmettere le loro acque al mare, non hanno avuto bisogno di essere buonificate per alluvione, come si distingue dall'Autore più sotto nel capo 13.

veranno argini (segno manifestissimo, che le piene di essi si elevano sopra il piano delle campagne) *non sarà possibile d' avere lo sbocco sempre aperto allo scolo; ma bensì sarà necessario d' impedire con qualche macchina, che le piene del fiume non s' introducano nel condotto*, e che l' acque piovane, se ve ne sono, restino in esso, o ne' fossi delle campagne, sin dopo la piena; terminata la quale, levando l' impedimento dallo sbocco del condotto, si da scarico alla di lui acqua nel fiume.

Sono molti gli artificj adoprati per impedire il rigurgito de' fiumi negli scoli, de' quali non è quì luogo a trattarne, e può vedersi il Barratteri nell' *Architettura dell' acque part. pr. lib.* 8. *cap.* 19. (*vedi la Fig.* 53. *Tav. XIII.*) (a) I più comuni però sono le chiaviche predette: si deono bene avvertire in questi casi alcune circostanze, che danno motivo ad altrettante regole; poichè (1) *se i terreni, che deono scolarsi per un condotto munito di chiavica, sono nello stesso piano orizzontale, non è necessario, che le sponde del condotto siano arginate*, perchè l' acqua in tempo, che la chiavica sta serrata, o non potrà sormontarle in alcuna parte, o sormontandole per troppa abbondanza, dovrà allagare egualmente tutte le campagne, effetto, che non ponno impedire gli argini; i quali perciò non porteranno veruna utilità; se questa non sia (in caso, che la chiavica si rompesse, accidente assai raro) d' impedire l' inondazione delle campagne, per lo qual fine si richiederebbero altre cautele. (2) Ma *se i terreni saranno declivi verso lo sbocco, come il più delle volte sono, sarà d' uopo, che gli argini del condotto, nella parte della campagna più bassa, siano elevati tanto, che bastino a pareggiare l' altezza della campagna più alta*; altrimenti l' acqua, ch' è tramandata da questa, potrà sormontarli, e fare inondazioni; quindi è (3) che *i terreni, i quali hanno gran declività nella loro superficie, non ponno avere lo scolo con chiavica, senza allagare i terreni inferiori, nel tempo della chiusura*; e perciò in tal caso (4) *bisogna separare lo scolo dei terreni alti* (tanto almeno, quanto la massima piena del fiume) *da quello degli altri; che sono più bassi, e man-*

(a) La Fig. 53. esprime la Chiavica di Burana posta al Bondeno sul Ferrarese. A. Prospetto esteriore della Chiavica. B. Pianta della medesima. C. Alzato, o spaccato della Chiavica stessa, nel quale si vedono l' aperture de' due Archi, per li quali esce l' acqua dal Condotto nel Fiume, i quali Archi si chiudono alle occorrenze con li Tavoloni E, E, che s' alzano, e s' abbassano ad uno ad uno col mezzo delle due Ruote, che sono di quà, e di là dalla lettera C, l' una delle quali è delineata a parte in D, acciocchè si possa vedere la maniera, colla quale essendo girata la Ruota D, avvolge intorno del suo asse la corda, a cui sta annesso un uncino, che mandato giù, ed attaccato al Tavolone E, lo tira su, o l' abbassa, conforme al bisogno, il qual Tavolone corre sempre dentro l' incastro F.

* Si è aggiunta in questa Tavola la figura di una Cateratta fatta attraverso un' Argine, da alzarsi, e abbassarsi con Vericello, e di altre Cateratte a ventola, cioè che s' aprono, e serrano da se, e che si possono praticare agli sbocchi degli scoli; e l' ultima di esse figure può servire per fare passare sotto un' Argine qualche fossa campereccia.

mandare il primo a sboccare a foce aperta, *ma munito di argini tanto alti*, *che possano sostenere il rigurgito*, *nel fiume*; *e provvedere il secondo di chiavica*, *arginandolo*, quando occorra, nella maniera di sopra accennata. E' vero, che se l' acqua dello scolo aperto non correrà anch' essa, ed in tale abbondanza, che basti ad impedire il rigurgito della torbida; venendo la piena al fiume, l' interrirà; e può darsi il caso, facilissimo a succedere, che l' acqua dello scolo sia in sì poca quantità, che non basti, fatti che siano gl' interrimenti, a rimuoverli; e conseguentemente, che siano necessarie nuove, e replicate escavazioni. In tal caso (5) può aver luogo la chiavica *da chiudersi nel venire della piena del fiume*, *sintantochè l' acqua dello scolo sia alzata al pari di quella della piena*, *e poi da aprirsi di nuovo per dar esito alla nuov' acqua dello scolo*, *che sopravverrà*; poichè così sarà impedito il rigurgito della torbida, e la sopravveniente dello scolo avrà il suo scarico, e s' impediranno le inondazioni. (6) *Lo scolo dei terreni più bassi può aver' esito*, *col beneficio delle chiaviche*, *o nel fiume*, *o nel condotto predetto*; *ma più facilmente in quello*, *che in questo*; perchè più si abbassa l' acqua del fiume, che quella dello scolo, anche a causa degl' interrimenti, che succedono nell' alveo del condotto, e non ponno accadere in quello del fiume, nel quale per conseguenza si averà maggiore la caduta.

Gli scoli, *che vanno a terminare nelle paludi*, *stagni*, *e simili*, *ordinariamente hanno lo sbocco aperto*; e la ragione si è, perchè la differenza fra il maggiore alzamento, e il maggiore abbassamento dell' acqua delle paludi, per lo più, non è tanta, che meriti, per impedirne il rigurgito, l' applicazione alla fabbrica della chiavica, e la fatica di maneggiarla; tanto più, che i terreni, i quali debbono scolarsi in esse, sono più alti del pelo altissimo della palude medesima, come che da essi deriva la copia dell' acqua, che la rende gonfia; oltre che non si dee temere di alcuno interrimento per lo rigurgito dell' acqua, che sempre è chiara. E' alle volte però così poca la declività del piano di campagna nelle parti inferiori contigue alla palude, che restando per la sua altezza, la maggior parte dell' anno, asciutto, solo in tempo dei maggiori gonfiamenti, si bagna per lungo tratto: *in tali circostanze torna a conto il difendere con argini circondanti il terreno più alto*, acciocchè, crescendo l' acqua della palude, non s' inondi, ed in detto tempo trattenere nelle campagne l' acque piovane, che poscia, nel calare della palude, ponno scaricarsi in essa per uno, o più tagli fatti nell' argine medesimo. Tali siti non si riducono a cultura perfetta, come di sua natura paludosi; ma bensì si mantengono ad uso di pascoli, o di prati, ai quali giova l' umidità del terreno. Similmente, quando le paludi patisco-

tiscono notabile accrescimento, come quando vi entrano dei fiumi, o sono soggette a ricevere le acque dei medesimi per espansione sopra le sponde di essi; allora ponno aver luogo le chiaviche agli sbocchi degli scoli; ma *prima di risolvere di valersene, bisogna avere riflesso alla durata del gonfiamento della palude; all' altezza di esso; alla condizione dei terreni; e simili*; perchè da tali circostanze può essa esser resa, o fruttuosa, o infruttuosa.

Quei condotti, che hanno esito immediato nel mare, richiedono anch' essi diverse considerazioni, secondo la diversità delle circostanze. Posciachè *il flusso, e riflusso, ed il gonfiamento delle burrasche, talora riescono di danno alle foci degli scoli, e talora di utile*. Ognuno sa, che *il mare si forma da se medesimo gli argini* all' intorno, con monticelli di arena continuati, che da alcuni sono chiamati *dune*, e da altri *albajoni*. L' altezza di questi difende il terreno interiore dalle inondazioni, che seguirebbero in tempo di burrasca, e talvolta, anche in tempo della consueta marea. Bisogna tagliare queste dune, per introdurre il condotto nel mare, ma nello stesso tempo bisogna armarlo di forti argini, acciò introducendosi per lo taglio delle dune, l' acqua del mare burrascoso non si allarghi per le campagne a sommergerle, come qualche volta è succeduto nei Paesi Bassi, per sempre. Quindi per non mettersi a tal' azzardo *si suole provvedere con forti chiaviche*, che serrandosi quando il mare è alto, lo obbligano a contenersi ne' soliti limiti, ed aprendosi in mar basso, danno lo scolo alle acque trattenute nel tempo della chiusura. *In alcuni scoli* però, che o per la lunghezza del viaggio, o per altra cagione sono abbondanti di acqua in ogni tempo, ed equivagliono ai piccioli fiumi, *può darsi il caso, che le chiaviche non siano necessarie*, bastando l' influsso perenne di acqua abbondante, a rispingere quella del mare; siccome non occorrono in que' siti, ne' quali la campagna, scostandosi dal lido, si alza sempre, e considerabilmente. *L' osservazione dell' alzamento, che fa il mare tempestoso, paragonato al livello del piano della campagna, farà ben conoscere, quali siano gli scoli, che richiedono chiaviche, e quali no*; e di qual sorte di argini debbano essere provveduti. Vi sono degli *scoli di campagna*, i quali *hanno le sue foci al mare così ampie, e profonde*, che formano piccioli porti, e danno ricovero a qualche nave di mediocre grandezza: tal' effetto può nascere, o dal fondo naturale del mare in quel sito; o dall' abbondanza dell' acqua dello scolo, o dalla situazione del lido; o dalla direzione dello sbocco, non soggetta a quei venti impetuosi, che spingono nelle tempeste l' arena alla spiaggia; o dal flusso, e riflusso copioso del mare; o da qualche altro principio, che rimuova le cause degl' interrimenti; e promuova quella dell' escavazione, difficile ad immaginarsi

 sen-

ſenza l'oſſervazione oculare, e particolare del luogo. All'incontro *ve ne ſono degl'altri, lo sbocco dei quali*, per così dire, *ad ogni ſoffio di vento contrario ſi ſerra* (a); e queſti fa di meſtieri, o *divertirli ad altra parte*; o pure riſtringendo l'acqua con palificate, *fare, che eſſa entri nel mare velocemente*, dimodochè vaglia a corrodere l'arena depoſta, e ad impedire nuove depoſizioni.

Nell'uſo degli ſcoli non baſta avere una buona foce; ma di più vi *è neceſſario, che le campagne poſſano tramandarvi dentro l'acqua delle piogge, e che l'alveo degli ſcoli medeſimi non le ſpanda lateralmente*; perciò biſogna riflettere, che eſſendo, per lo più, l'acqua di tali fiumicelli aſſai ſcarſa, in paragone di quella degli altri fiumi, ſe la medeſima foſſe torbida, acquiſterebbe una conſiderabile caduta prima di ſtabilirſi l'alveo, la quale ſarebbe, che nelle pianure di poco pendio, il fondo ſi elevaſſe notabilmente ſopra il piano di terra, e ſi rendeſſe incapace a ricevere l'acqua delle campagne; quindi è, che *da tal ſorte di acque non occorre aſpettare veruna eſcavazione; ma* piuttoſto *è neceſſario con opera manuale formare loro l'alveo*, e preparare la ſtrada, che deono tenere per portarſi al loro eſito.

Qui è d'avvertire, che *l'eſcavazione dei condotti dee eſſere fatta così profonda, che poſſa ricevere l'acqua in grande abbondanza, e non laſci elevare il di lei pelo ſopra il piano delle campagne*; e, ſe è poſſibile, nè meno ſopra il fondo dei foſſi, che dentro vi ſcorrono. Oltre queſti termini, è ſuperflua ogni eſcavazione; perchè allo ſcolo dei terreni *baſta, che i foſſi privati reſtino aſciutti dopo le piogge*. Tale beneficio però in luoghi baſſi, molte volte, non ſi può ottenere con tutta l'eſcavazione poſſibile; atteſochè, diſpoſto che ſia il fondo del condotto alla ſituazione orizzontale, più baſſa del livello del recipiente; quanto dee eſſere il fondo della foce del condotto; ſe ſotto di eſſo ſi farà maggiore eſcavazione, a poco altro ſervirà, che a tirare all'insù maggiore rigurgito, o a fare dei gorghi nel fondo del condotto; oltre che le eſcavazioni, quanto più ſono profonde, addimandano maggior larghezza nella parte ſuperiore di eſſe, che nel noſtro caſo ſarebbe un conſumo di terreno ben grande, ſenza corriſpondente utilità. Egli è ben vero, che *nell'eſcavazione di queſti condotti è meglio abbondare nel molto, che mancare anche in poco*; e la ragione ſi è, perchè, non oſtante, che gli ſcoli delle

(a) Che la foce dello ſcolo ſi ſerri talvolta ad ogni ſoffio di vento, ſi dee intendere in quanto il vento mettendo in commozione il mare, ne porta le arene ad otturare lo sbocco allo ſcolo, e queſto, eſſendo povero d'acqua non ha forza per iſgombrare l'interrimento, come ſarebbe ſe sboccaſſe con maggiore velocità; e non già in quanto il vento poſſa per ſe medeſimo arreſtare il corſo all'acqua dello ſcolo, il che ſarebbe contrario a quello, che l'Autore ha inſegnato nel capo 10. §. *Le cauſe*.

delle campagne non portino, che acque chiare; queste non ponno però essere mai tanto limpide, che non ammettano qualche mistura di limo, il quale viene portato via dalla superficie dei campi, particolarmente in tempo di piogge impetuose; e se non altro dal dirupamento, e slavamento delle ripe del condotto medesimo; e perciò, godendo l'acqua poca velocità di corso, a causa sì del poco pendio dell' alveo, sì del poco corpo d'acqua, è necessario, che la materia terrea deponendosi, alzi il fondo del condotto; e per conseguenza si elevi il pelo dell' acqua, sul quale non potranno più avere esito felice, le acque delle campagne; perciò *quanto maggiore sarà l'escavazione, tanto più starà il fondo del condotto ad arrivare a quel segno d'interrimento, che può rendersi nocivo*; ma per lo contrario essendo difettosa la primiera escavazione, immediatamente, e sempre più si sentiranno le conseguenze del difetto, che anderà accrescendosi; e sarà necessario di pensare ad una nuova escavazione. Quindi è, che gli scoli non potendo da se mantenersi scavati, e necessariamente dovendo interrirsi, per le cause sopraddette inevitabili (oltre altre molte, che o l'ignoranza, o la malizia, permette, e frappone) hanno bisogno le fosse di scolo di temporanei, replicati scavamenti, che alle occasioni, deono intraprendersi con buone regole.

I. Verte la prima circa allo sbocco, *il fondo del quale, quanto più s'abbasserà sotto il pelo dell' acqua, in cui dee avere esito il condotto, tanto più sarà felice lo scolo*: il che però si dee intendere nei casi, nei quali la situazione della campagna addimanda, che si procuri tutta la possibile felicità di scolo (a): per altro, *quando i terreni sono alti, basta provvederli abbondantemente di scolo, e tralasciare quel più, che si potrebbe avere*, sì per non intraprendere spese inutili, sì per impedire i mali effetti dell' escavazioni troppo profonde. *L'abbassamento perciò dello sbocco, mai non si dee fare sotto il fondo del fiume, palude, o altro vaso, dentro il quale egli si apre*, perchè ciò sarebbe un getto inutile, e

(a) Quali sieno i casi, ne' quali convenga procurare tutta la possibile felicità di scolo coll' abbassamento della foce dal condotto si raccoglie dalle cose dette nel §. antecedente; mentre quando i terreni sono talmente situati, che i fondi de' loro fossi scavati fra le colture restano bensì più alti del livello infimo del recipiente, ma così poco, che cessando ancora di ricever' acqua dalle colture non ponno, che lentamente, e stentatamente asciugarsi, allora quanto più il fondo dello sbocco del condotto si abbasserà sotto il detto pelo infimo, tanto il condotto si manterrà più basso di superficie, e più felice sarà lo scolo. Ove poi i fondi de' fossi, per essere a livello, o sotto il livello del recipiente costituito nella sua maggior bassezza, non potessero assolutamente asciugarsi, allora ha luogo ciò, che si è avvertito nel §. antecedente, cioè, che poco, o nulla serve l'abbassare maggiormente, o il condotto, o il fondo della sua foce, e molto più sarebbe inutile il farlo, quando i terreni fossero assai alti, e i fossi felicemente si scaricassero nel condotto.

di fatica, e di spesa; *nè meno si dee sempre abbassare lo sbocco, sino al fondo predetto*, se la necessità non lo richiede. Ma occorrendo di farlo, come molte volte succede *a quelli, che entrano nelle paludi*; perchè la maggior profondità di queste non si trova, che rare volte, nella circonferenza, ma per lo più al dentro di esse: *si dee prolungare l'escavazione, sino al luogo più profondo*; e s'è possibile, aperto, e libero dagl'impedimenti, che portano allo scarico delle acque, l'erbe nascenti ne' luoghi paludosi.

II. La seconda regola è, che *l'escavazioni, che si fanno dentro le paludi per gli scoli, non deono essere secondate da argini*, se per altro motivo non sono necessarj; ma se pure la terra dell'escavazione dee fare qualche alzamento alle sponde, *si dee con tagli, dare comunicazione all'acqua della palude con quella dello scolo*; e la ragione di ciò è, perchè *quanto più presto le acque correnti trovano il pelo d'acqua, sul quale debbono spianarsi, tanto più restano basse di superficie nelle parti superiori*.

III. Situato lo sbocco, e profondato quanto basta, si ha da determinare il fondo della escavazione, che ha da essere regolato dalla superficie dei terreni, che dentro vi deono scolare, avendo riguardo ai più bassi; e perciò talora, nelle parti inferiori può essere necessaria l'escavazione sino all'orizzontale del fondo dello sbocco, e talvolta può avere qualche declività maggiore, o minore secondo la diversità dei casi; perciò non è necessario, che il fondo dei condotti stia disteso, secondo tutta la sua lunghezza, sul tipo d'una sola cadente; ma può averne diverse, secondo la differente positura della superficie delle campagne; ond'è, che questa, prima di determinare cosa alcuna, dovrà bene esaminarsi colla livellazione; nel fare la quale (per isfuggire gli errori, che inevitabilmente si commettono nell'uso degli altri livelli, quantunque provveduti di cannocchiali &c.) consiglierei sempre, a valersi dell'acqua dei condotti medesimi, resa stagnante con argini trasversali (*a*); e di quella dei fossi delle campagne; per esaminare la situazione di esse.

Quì

(*a*) Il regolamento degli scoli delle campagne, particolarmente nelle pianure più basse, richiede per l'ordinario operazioni di livello così dilicate, attesa la scarsezza delle pendenze, delle quali si può far capitale, per condurre le acque ad uno più, che ad un'altro termine, o per una più, che per un'altra strada, che meritamente prescrive in questo luogo l'Autore doversi in simili livellazioni cercare tutta la possibile esattezza; e questo è più, che mai importante, ove si tratti di condurre le acque ad un termine notabilmente lontano da quello, dal quale si derivano. Non v'ha dubbio, che quando occorra regolare l'escavazione d'un condotto già fatto [che è ciò di cui egli ha preso a trattare in questo luogo] il modo più sicuro, ed insieme più spedito di riconoscere lo stato del suo fondo per quindi dedurre la quantità del profondamento, che a luogo a luogo è necessaria, non sia quello, che egli suggerisce, di ristagnare con argini trasversali l'acqua dello

stesso

Quì mi si presenta l'occasione di manifestare un' *errore* assai *comune, ch' è di congetturare la felicità di uno scolo dalla velocità, colla quale si vede correre l' acqua di esso*. Non v' ha dubbio per quello, che tante volte si è detto, che la velocità dell' acqua non dipenda, o dal declivio dell' alveo, o dall'altezza viva della medesima; ogni volta adunque, che l'acqua si vedrà correre con gran velocità bisognerà dire

stesso condotto, e prendendo per mezzo d'un semplice archipenzolo la differenza d'altezza da pelo a pelo di sopra, e di sotto ciascuno de' predetti argini, misurar poscia con frequenti scandagli la bassezza del fondo tra un' argine, e l' altro sotto il pelo dell' acqua stagnante; e riconoscere altresì a luogo a luogo lo stato delle colture per rapporto al pelo d'acqua de' fossi, che per mezzo esse sono scavati, ristagnando parimente l'acqua entro di questi.

Allo stesso mezzo delle acque stagnanti come al più sicuro, e più reale di tutti si dee ricorrere, purchè sia possibile, in ogni altra livellazione ordinata a condurre acque per lungo tratto, particolarmente nelle pianure; valendosi di que' canali, o fossi, che per avventura si trovano nelle campagne, ancorchè andassero da un termine all'altro per istrade assai lunghe, e per direzioni diverse, e stagnando l' acqua in ciascuno di essi con una, o più traverse di terra, e poi riferendo di mano in mano cogli strumenti soliti da livellare il pelo d'acqua dell' uno a quello dell' altro, ove fossero notabilmente discontinuati.

Si è detto doversi a questo fine render l'acqua stagnante con argini fatti a traverso a' fossi, o canali, imperocchè non è da fidarsi, che tale sia quella, che rimane in essi dopo cessate le piogge, ancorchè per avventura si vegga per qualche buon tratto stare colla superficie immobile, e non portar via i galleggianti, che vi si gettino sopra; mentre se non si riconosce diligentemente, che tutta da un capo all' altro sia continuata nel medesimo stato di perfetta quiete [il che spesse volte non può riuscire per le difficultà dell' accostarsi al labbro del fosso per tutta la sua lunghezza] si può dar caso, che dopo un tratto, in cui essa apparisca stagnante, succeda nel fondo del canale qualche piccol ridosso, sopra cui corra con pendenza, e quindi di nuovo per altro tratto si faccia vedere quieta, ed orizzontale. Un effetto simile a' ridossi predetti ponno fare le canne, e le erbe, che ingombrano gli alvei dei condotti, ove lungo tempo si sia trascurato di sgherbarli, nè è credibile quanta differenza d' altezza si possa trovare nella superficie dell' acqua fra due punti alquanto discosti di simili canali, quando il tratto di mezzo è folto d' alighe, di cannucce, e di simili intoppi. Conviene pertanto accertarsi, che l' acqua sia perfettamente stagnante, chiudendola a luogo a luogo con argini, che la sostengano ad una considerabile altezza, e lasciandola riposare qualche tempo, riconoscerla veramente tale per mezzo di segni fissi posti a fior d' acqua sul principio, e sul fine di ciascuno de' tratti intracchiusi fra due argini.

Per altro i livelli ordinarj, massimamente ove sieno guerniti di cannocchiali, e maneggiati da persone diligenti, ed esperte, non lasciano di riuscire nella pratica bastantemente esatti. La maggior parte di essi richiede tuttavia, che di quando in quando si rettifichino, cioè, che si accerti, che la linea, per cui si traguarda quando il livello si ha per situato nella debita positura, sia veramente orizzontale, il che si fa con diversi metodi già noti, e applicabili or l' uno, or l'altro alle diverse maniere de' livelli. Ma la cautela di collocare sempre il livello in distanze a un dipresso eguali dall' uno, e dall' altro de' due scopi, a' quali si mira, può supplire in qualche parte all' esattezza della rettificazione, anzi tal cautela è assolutamente necessaria, ancorchè il livello sia perfettamente rettificato, quando le guardate fossero molto lunghe, come ponno esserlo nell' uso de' livelli forniti di cannocchiali.

Fra le diverse maniere, che sono state inventate di simili strumenti, quella a

mio

o che l' alveo sia molto declive, o che l' altezza del corpo di acqua sia grande: e ciò (sia nell' una, o nell' altra maniera) porta pregiudicio allo scolo; poichè, se si parla della declività dell' alveo, certo è, che quando l' alveo è più declive, il di lui fondo progredendo dal basso all' alto, si va più elevando; e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne, più che non sarebbe, quando il medesimo alveo aves-

mio credere è da preferire, per cui più speditamente si ottiene di situar la linea del traguardo in positura orizzontale; e tale per le prove fattene ho trovato riuscir quel livello, che per la prima volta vidi adoperare l'anno 1719. dal Sig. Domenico Corradi Mattematico del Serenissimo Sig. Duca di Modena. Consiste lo strumento in un semplice cannocchiale lungo meno di due palmi, a cui per di sotto è attaccato un gran peso, e di sopra per mezzo di due braccia di metallo, che partono dalle estremità del tubo; e riescono ad una catena fatta di lastre d'ottone, si sospende la macchina sempre ad un medesimo uncino conficcato in cima d' un bastone, consistendo tutto l' artificio nel fare le snodature della catena così agevoli, e l' appiccо di essa all' uncino così dilicato, che lo strumento ogni volta, che si sospende debba per forza del suo peso sempre rimettersi nella stessissima positura, e perciò l' asse del cannocchiale [ove una volta essendo sospeso l' istrumento sia stato situato in positura orizzontale colla rettificazione] sempre si equilibra all' orizzonte. Con ciò si risparmia il gran tempo, che conviene perdere negli altri livelli per situare i traguardi, o il cannocchiale in linea orizzontale. Non vi ha, che un poco di tremore, che l' istrumento ritiene dopo di esser sospeso, e dirizzato allo scopo, ma quando l' aria sia quieta cessa ben tosto anche questo piccolo incomodo, nè vi ha, che il vento, che ne renda l' uso difficile. Si vuol' anco avvertire, che piovendo alcun poco, qualche gocciola d' acqua, che si fermi sullo strumento più da una parte, che dall' altra può sbilanciarlo, ma tal' accidente non è difficile a schifarsi.

Con un simil livello il Sig. Bernardino Zendrini Mattematico della Serenissima Repubblica di Venezia, col quale mi trovai in commissione l' anno 1731. per l' affare della diversione de' fiumi di Ravenna, fece speditissimamente tutte le livellazioni, che concernevano una sì grand' opera, per traversi lunghi dove quattro, dove sei, dove più miglia, e ciò con tanta esattezza, che rifacendo le medesime operazioni all' indietro per altre diverse strade tornavano fra' medesimi termini le medesime differenze di altezza dentro i limiti di un' oncia, o di una mezz' oncia; nè punto diverse risultavano quelle, che si erano rilevate dietro il naviglio, chiamato il Candiano, dalla città fino al mare, coll' aver renduta stagnante l' acqua dello stesso naviglio; concordando tanto le une, quanto le altre con quelle, che alcuni anni prima avea trovato il fu Dottor Giuseppe Antonio Nadi, valendosi anch' esso di livello a' cannocchiali, benchè di artificio diverso, e alquanto difficile a maneggiarsi.

Non debbo lasciar per ultimo di avvertire, che ne' livelli sforniti di cannocchiale, e sebbene comunemente suol rigettarsi quello, per cui senza mira si traguarda alla superficie dell' acqua in due tubi di cristallo fra loro comunicanti, col motivo, che quel poco di elevazione, che essa soffre presso le pareti de' tubi renda incerto il traguardo, e mal sicura l' orizzontale; nulladimeno l' esperienza ha mostrato, che ove si adoperi acqua tinta di color rosso ben carico in tubi di cristallo ben chiaro, senza vene, o bolle, e ove si tenga l' occhio in tal distanza dal livello, e in tal positura, che la visuale tocchi alternamente l' uno, e l' altro tubo, e si vegga l' una, e l' altra superficie con quella maggior distinzione, che è possibile avere nella loro inegual distanza dall' occhio, si accerta assai bene la positura dello scopo, tuttavolta, che la guardata sia piccola, come di 10. pertiche in circa, e non più; e per altro questo metodo è speditissimo, non essendo sì tosto pian-

avesse minore declività (*a*); il che vuol dire, *che la gran caduta dello scolo, ne leva altrettanta ai fossi particolari*, che è quella, che principalmente dee desiderarsi; rispetto poi all' altezza viva dell' acqua dello scolo, ognuno sa, che *quanto è maggiore l' altezza dell' acqua, tanto più difficilmente vi entra dentro quella dei fossi laterali*; e perciò per l' uno, e per l' altro capo, *la velocità dell' acqua del condotto non arguisce bon-*

piantato il livello, che la linea del traguardo è orizzontale, il che ricompensa colla brevità del tempo il maggior numero delle stazioni, che conviene fare. Io posso attestare, che rifattisi per tal maniera del Sig. Ercole Buonaccorsi la maggior parte delle livellazioni di sopra mentovate de' fiumi di Ravenna, tornarono sempre senza divario maggiore di mezz' oncia; anzi livellatosi nello stesso modo dal Sig. Giulio Cassani l' anno 1715. un tratto di oltre 40. miglia del nostro Reno alla spiaggia del mare con più di 100. positure di livello, non si trovarono, che pochissime once di divario da ciò, che per livellazioni, fatte la maggior parte con acqua stagnante, si sapeva doversi trovar di caduta fra que' due termini.

(*a*) Questa considerazione si adatta propriamente a' terreni, per mezzo de' quali passi un condotto di scolo, che vada ricevendo le acque de' fossi scavati fra le colture, e allora mostra l' Autore, che la pendenza del condotto nuoce allo scolo in vece di giovargli. Ma quando si trattasse di asciugare un sito inondato, o palustre con aprire all' estremità di esso un' esito all' acqua stagnante, e vi fosse modo d' inviarla (per condotto da farsi da quel punto in giù) a diversi termini per linee inegualmente declivi, ponno nascere delle riflessioni in ordine alla scelta della maggiore, o della minore pendenza per la felicità dello scolo; sopra di che stimo opportuno fermarmi alquanto, parendomi, che tal materia non sia per anco stata bastantemente illustrata.

Posto dunque, che sia dato il fondo, o soglia dell' emissario B [*Fig.* 89. *Tav. XIX.*] da aprirsi nella palude, o lago LABX, e parimente data l' altezza dell' acqua AB sopra il detto fondo dell' emissario, e supposto, che nella palude influisca costantemente una medesima quantità d' acqua, se intenderemo un canale orizzontale PBO, la cui larghezza sia per l' appunto tanta, quanto è necessario per estrarre colla velocità competente al detto canale sotto l' altezza AB una quantità d' acqua eguale a quella, che entra nella palude in tempo eguale, dico, che applicando al fondo dell' emissario B in vece del canale orizzontale BP l' inclinato BF, questo tirerà bensì sul principio maggior quantità d' acqua, che l' orizzontale predetto, ma in proseguimento di tempo la superficie del lago di nuovo si renderà permanente, e però non ne uscirà per l' inclinato niente di più di quello, che ne esce per l' orizzontale, e ciò qualunque sia la larghezza dell' inclinato BE, compensando la natura col maggior' abbassamento delle sezioni di questo quel di più, che potrebbe rapire di acqua in virtù dell' inclinazione, e della larghezza.

Imperocchè tirando per B al piano BE la perpendicolare BC, la quale incontri il livello dell' acqua della palude in C, e prendendo la BD eguale alla BA, descritta coll' asse BC, e col vertice C una parabola CBE, se fra CB, CD si prenderanno due medie proporzionali, e come BC alla prima di esse medie così si farà BE ad MN, la quale si ordini alla parabola in M, dimostra il Guglielmini nella proposizione 2. del libro 5. delle acque correnti *Tom. I. c.* 379., che lo spazio parabolico BMNE sarà eguale ad un' altra parabola BDE, la quale coll' asse BD, e col vertice D fosse descritta sopra la medesima base BE. Ma lo spazio predetto BMNE è la scala delle velocità della prima sezione del canale inclinato, se l' acqua vi corresse coll' altezza BM, e la parabola BDE (presa la BE per velocità comune del punto B, giacchè questa secondo le ipotesi comunemente ricevute dee essere la medesima nel canale orizzontale, e nell' inclinato) è la scala delle veloci-

tà in esso; ma più tosto interrimento del di lui fondo; ed in fatti le acque degli scoli interriti, nel sormontare, che fanno, i dossi dell' interrimento, acquistano velocità maggiore, precipitando, per così dire, da essi; e da ciò principalmente si deduce l' esistenza del dosso medesimo. *Perchè uno scolo goda di tutta la felicità possibile, conviene, che il di lui pelo di acqua sia sempre orizzontale a quello del recipiente*: e ciò è incompati-

---

tà della sezione AB del canale orizzontale (essendo per la costruzione l' asse BD eguale all' altezza dell' acqua BA) dunque la velocità della prima sezione dell' inclinato, corrente sotto l' altezza BM, è eguale alla velocità dell' orizzontale. Il che stante, se le loro larghezze saranno eguali, lo saranno ancora le quantità d' acqua estratte dal lago in tempi eguali. Ma l' acqua, che estrae il canale orizzontale si suppone eguale a quella, che influisce nel lago; dunque anco per la prima sezione dell' inclinato, corrente coll' altezza BM, tanto si scarica d'acqua del lago, quanto in esso ne influisce; e però la superficie del lago, e quella del canale in M sarà permanente, nè questo, arrivato che sia al segno M, potrà per l' avvenire scaricarne più, nè meno dell' orizzontale. Che se poi la larghezza dell' inclinato non sarà eguale a quella del detto canale orizzontale, allora intendendo, che come la larghezza dell' inclinato a quella dell' orizzontale, così stia lo spazio MNBE allo spazio parabolico BTYE, è chiaro, che BT sarà l' altezza permanente, sotto cui la prima sezione dell' inclinato scaricherà la medesima quantità d' acqua di prima, onde ne seguirà di nuovo, che la superficie si farà permanente, e si scaricherà per essa tant' acqua quanta per l' orizzontale. Onde si può osservare, che l' altezza MB, o BT della prima sezione dell' inclinato non è determinabile se non quando oltre la larghezza del canale inclinato sia anco data quella, che bisognerebbe all' orizzontale per estrar dal lago sotto l' altezza AB una quantità d' acqua eguale a quella, che influisce nel lago, o quel, che è lo stesso, quando sia data la quantità dell' influsso, e un tal dato si dee aggiugnere a quelli della mentovata proposizione 2. del libro 5. delle acque correnti, e dello scolio della medesima proposizione.

Ciò premesso, convien considerare, che quando all' emissario B, si apponga il canale inclinato BE, al primo aprirsi dell' emissario non potrà l' acqua della palude in un' istante prendere nella prima sezione quell' altezza [sia BM, o BT secondo la larghezza del canale] sotto cui si è mostrato, che la superficie è per rendersi permanente, ma abbassandosi di mano in mano, prima nelle parti più vicine all' emissario, e poi nelle più lontane, come in AZ, QR, e in altre positure sempre più basse, ne risulteranno le altezze della prima sezione BZ, BR &c. sempre mutabili, e nelle quali la superficie non si potrà stabilire, mentre essendosi mostrato, che la BM (nel caso delle larghezze ineguali) è quell' altezza, sotto cui passerà per la prima sezione tutta, per l' appunto la quantità d' acqua influente nel lago, è manifesto, che sotto le altezze BZ, BR ne uscirà quantità maggiore dell' influsso, e però è forza, che l' acqua nella prima sezione si vada abbassando da Z in R &c. finchè sia giunta la superficie del lago alla positura SM (o rispettivamente alla ST) nel quale stato l' esito è eguale all' influsso; e il Guglielmini mostra alla proposizione 4. del libro *5. Tom. I. c.* 385. che la superficie SM si stabilirà in un piano declive tirato dal punto S, nel quale EB prodotta allo insù incontrerebbe la superficie del lago, al punto M, o T dell' altezza permanente nella prima sezione. Egli è dunque necessario, che il canale inclinato, benchè sul principio scarichi più acqua dell' orizzontale, si riduca tosto, o tardi a scaricarne precisamente altrettanta, che questo ne scaricherebbe, e ciò qualunque sia la larghezza dell' inclinato. Il che &c.

Quando dunque nella palude influisse perpetuamente la medesima quantità d' acqua, l' apporre all' emissario B in vece d' un condotto orizzontale, un' inclinato di qua-

patibile, colla caduta del fondo dell' alveo, e colla grande altezza viva dell' acqua, che corre per esso; bensì *concorre a rendere il pelo massimo, se non affatto orizzontale, almeno insensibilmente differente da esso, il togliere tutta la caduta al fondo del condotto, ed il darli tale latitudine, che per la soprabbondanza di essa, renda l' acqua, quasi stagnante*, ed abbassata, quasi sul pelo del recipiente: circostanza, che toglie a questa

---

qualunque inclinazione, o di qualunque larghezza gioverebbe bensì per far abbassar l' acqua nel tratto più vicino all' emissario, cioè fino al punto S determinato come sopra, e tanto maggiore sarebbe l' abbassamento quanto maggiore fosse la larghezza del canale (e maggiore ancora a misura della maggior' inclinazione di questo, se non che allora accostandosi il punto S ad A, il tratto dell' abbassamento SA, si farebbe minore posta egual larghezza) ma per lo rimanente del sito inondato SLXO, non vi sarebbe divario alcuno da un canale inclinato a quell' orizzontale, che fosse della larghezza necessaria a smaltir per l' appunto la quantità d' acqua influente entro di quel recinto; e se tal larghezza fosse nota per esperienza [o per tal notizia, che si avesse della quantità dell' influsso], si potrebbe co' fondamenti premessi per ogni larghezza, e per ogni inclinazione data del canale BE calcolare, e il tratto AS, e la quantità dell' abbassamento, trovando l' altezza BM, o BT della prima sezione nel modo, che si è detto.

Nè paia strano, che accrescendo la larghezza del canale inclinato non si possa fare altro guadagno, quando egli è pur certo, che apponendovene un' orizzontale più largo di quello, che si è supposto (cioè, che sotto l' altezza AB mantenga permanente la superficie del lago) l' acqua di questo si abbasserebbe fino alle parti più rimote dal punto A; perocchè sebbene il canal orizzontale più largo farebbe tal' effetto sul principio, e con maggior' estensione dell' abbassamento; tuttavia in ricompensa di ciò la quantità di questo abbassamento sarebbe minore, nè durerebbe molto un tal' effetto, mentre quando il livello del lago fosse calcolato di tanto da potere sotto quella larghezza mandar fuori tutta l' acqua influente in esso, ivi si arresterebbe la superficie, e di nuovo, si farebbe permanente. E perciò quando si sia ne' supposti, ne' quali ora parliamo, e l' esperienza mostri, che uno scolo orizzontale d' una tal larghezza mantenga l' acqua inondante precisamente nel suo livello, allora (posto, che non si possa, o non si voglia variare il fondo B dell' emissario) se si ha in pensiero di asciugar solamente i terreni più vicini all' emissario, lasciando gli altri come stanno (come a cagion d' esempio ad uso di pescagione) tornerà conto in vece del canale orizzontale apporvene un' inclinato; ma se si cerca l' universal benefizio di tutto il tratto inondato fino alle parti più rimote dall' emissario, benchè non con tanta diminuzione d' altezza d' acqua, allora gioverà piuttosto allargare l' orizzontale. Lo stesso giudicio si dovrà fare quand' anco non si abbia alcuna esperienza, o altra notizia intorno allo scolo di quella palude, dovendo sempre l' inclinato prevalere all' orizzontale egualmente largo nel fare scemar l' acqua nelle parti vicine all' emissario, e al contrario preferirsi l' orizzontale nello scolo generale di tutta l' estensione della palude. E da tutto ciò si raccoglie, che ogni larghezza possibile nel canale, o inclinato, o orizzontale è atta a ridur tosto, o tardi la superficie del lago allo stato di permanenza.

Egli è ben vero, che essendo sempre maggiori gli effetti delle resistenze (nate da' soffregamenti, dalle tortuosità, dalle erbe, e cannucce, che ingombrano gli alvei, e dagli altri intoppi) in un canale orizzontale, che in un' inclinato, tutto il discorso finora fatto in termini astratti mancherà in pratica dal serbare esattamente le proporzioni spiegate, e mancherà sempre in vantaggio dell' inclinato, con fargli rapir più acqua di quello, che mostrino le regole addotte; e inoltre la medesima maggior libertà di corso nell' in-

ſta quel grado di velocità, che per altro avrebbe, riſtretto che foſſe l' alveo. Piuttoſto, adunque, *dal vedere l' acqua di uno ſcolo, ſeguitamente fino al ſuo termine, con poco moto, ſi può arguire, ch' eſſo faccia il ſuo ufficio con felicità*, che dall' oſſervare in eſſo le acque aſſai veloci.

Io non voglio perciò negare, che la velocità dell' acqua in un condotto, non ſia una condizione deſiderabile, ed utile, per mantenere eſpurgato il di lui alveo, o almeno per impedire, che l' interrimento non ſi faccia così ſollecitamente; ma tale io l' aſſeriſco ſolo nei caſi, nei quali i foſſi particolari hanno in eſſo tutta la caduta, che loro fa di meſtieri, e ne avanza al condotto tanta, che baſti a ſmaltire l' acqua con gran velocità; altrimenti, *ſe la caduta del condotto*, come più delle volte accade, *leva a' foſſi quella, che è neceſſaria, biſogna toglierla al primo, ed aggiungerla ai ſecondi, reſti, o no, veloce il corſo dell' acqua del pubblico ſcolo*. Preſcindendo da ciò, *torna ſempre conto di fare, che l' acqua del predetto ſcolo corra, il più veloce, che ſia poſſibile al ſuo termine*, acciocchè la velocità influiſca in tenere più baſſa la di lei ſuperficie;

inclinato potrà per avventura, quando l' altezza A B ſia molto notabile, fare, che egli roda, e abbaſſi il fondo, e dell' emiſſario B, e della palude nelle parti più vicine a queſto, il che forſe non farebbe l' orizzontale, ancorchè la materia ſia capace di corroſione; onde atteſo tutto ciò ſi ponno grandemente variar gli effetti; e però avendo riguardo a tutte queſte circoſtanze ſi troverà forſe nella pratica doverſi per lo più preferire il canale inclinato, ſiccome lo preferiſce il Sig. Tommaſo Narducci dottiſſimo Gentiluomo Lucchese nel ſuo trattato del paragone de' canali, comecchè in eſſo prenda per fondamento altre ipoteſi alquanto diverſe dalle noſtre. E tanto più perchè negli ſcoli delle pianure le inclinazioni, che ſi ponno, o ſi ſogliono dare a' condotti, ſono per l' ordinario così picciole, che il punto S, in cui il canale B E prolungato concorre colla ſuperficie della palude L S A, può eſſere così lontano dall' emiſſario, che il tratto S A, ſi ſtenda fino alle parti più rimote di eſſa palude. Anzi è da oſſervare, che quando ſi deſſe il caſo, che il punto del detto concorſo S cadeſſe più lontano di quel, che ſia l' eſtenſione della palude, allora lo ſcolo per mezzo del canale inclinato, ſi renderebbe univerſale abbaſſandoſi tutta la ſuperficie inondante non ſolamente ſul primo aprirſi dell' emiſſario, ma per fino a tanto, che l' acqua incontraſſe nel ſuo calare la retta prodotta E B nell' orlo del tratto ancora inondato, nè prima d' allora la ſuperficie del canale ſi potrebbe far permanente, ma ſempre porterebbe fuori più acqua di quella, che entraſſe nella palude.

In tutto queſto diſcorſo ſi è preſo per ſuppoſto, che nella palude influiſca perpetuamente una quantità coſtante d' acqua. Che ſe niente ve ne entraſſe (come accade in quelle paludi, che non hanno ſorgenti vive, ma ſono fatte dal riſtagno di acque cadutevi dagli ſcoli d' altri terreni, che nell' Eſtate punto non ne tramandano) allora, ſiccome volendo darle ſcolo per un canale orizzontale, il pelo dell' acqua ſtagnante perpetuamente ſi abbaſſerebbe, così lo ſarebbe ancora, ſe il canale foſſe inclinato, ſalva la differenza accennata nella poſitura della ſuperficie della palude, come avverte il Guglielmini, nello ſcolio della detta propoſizione 5. del libro 2., dovendoſi ſempre, e in ogni ſtato mantenere la proporzione dell' altezza variabile B A alla B M. E di quì ancora ſi può prender lume per giudicare, di quello, che accaderebbe, ſe la quantità d' acqua influente nella palude non foſſe coſtante, ma variabile con qualche coſtante regola.

ficie; *ciò si otterrà*, se si allontaneranno tutti gl' impedimenti; siano essi, o erbe nate nel fondo dell' alveo, che in luoghi simili sono solite crescere ben' alte, e impedire col loro corpo, ristringendo le sezioni del condotto, ed in altra maniera, la velocità all' acqua; o ponti; o lavorieri da pesche; o ripari; o simili; similmente, se lo scolo (quando le altre circostanze lo permettano) si porterà al suo termine per la più breve linea; se si toglieranno, quanto sia possibile, le tortuosità; se lo sbocco dei fossi particolari entrerà a seconda della corrente; e generalmente, *se si terrà lontano tutto ciò, che serve di ritardo al corso dell' acqua*.

IV. *La terra escavata dal condotto* (siasi, o nella primiera construzione di esso, o nelle reiterate escavazioni) *si porti, o si getti al largo lontano dalla ripa del condotto*, acciocchè le piogge non ve la riportino dentro; e per la stessa ragione *bisognando regolarla in argine, si procuri, che la scarpa di esso verso il condotto, sia poco declive, e tale sia anche quella dell' escavazione*.

V. Rispetto alla *larghezza degli scoli*, è certo, che *quanto sarà maggiore, tanto sarà migliore*; si dee però avvertire di non consumare inutilmente il terreno; particolarmente nei casi, ne' quali la caduta dei terreni può ammettere minore la larghezza, e collo stesso beneficio: ma negli *scoli, che sono muniti di chiavica, le fosse deono essere tanto larghe, che possano contenere*, occorrendo, *coll' ajuto dei fossi delle campagne, tutta, o la maggior parte dell' acqua, che può piovere nel tempo, nel quale* regolarmente *suol stare serrata la chiavica*.

VI. Nell' elevazione del luogo, nel quale si *deono fabbricare le chiaviche*, si dee avere una particolare avvertenza; poichè debbono farsi *in tale distanza dal fiume, che la corrosione non possa avanzarsi a scuotere i di lei fondamenti*; altrimenti si farà in pericolo di perdere in breve tempo l' uso di essa, e di obbligare gl' interessati alla spesa di nuova fabbrica; *non dee però detta distanza essere soverchia*; attesochè interrendosi ad ogni piena del fiume recipiente, quando sia torbido, il canale, che dalla chiavica va al labbro del fiume, rendesi maggiore la spesa dell' escavazione, quanto più il detto canale è lungo. In oltre *dee lo sbocco di detto canale, secondare colla sua direzione la corrente del fiume*, e non mai terminare in un' alluvione, per la ragione allegata. Quindi è, che bisogna talmente attemperare le cose, che si uniscano insieme la sicurezza delle chiaviche, e la minore spesa possibile per l' escavazione del canale, che sta avanti di esse.

Quanto al maneggiare le medesime, non vi ha dubbio, che le regole dipendono dalla pratica, e dall' esperienza degli effetti, sì del fiume, nel quale esse sboccano, sì del condotto, il quale da esse è terminato:

nato: generalmente però si può dare per regola, che *le chiaviche debbono stare aperte, ogni volta, che l' acqua del condotto è, o sarebbe, chiusa che fosse la chiavica, più alta di quella del fiume*; e *sempre serrate, quando quella del fiume è più alta di quella del condotto*; e perciò può darsi il caso, che un fiume corra con una piena altissima, e, non ostante, restino aperte le porte delle chiaviche; ed all' incontro debbano restar chiuse le medesime in una piena mezzana; perchè, se nel primo caso il condotto porterà acqua abbondante, potrà la di lei altezza pareggiare, ed anco superare quella della piena; ma nel secondo, può essere l' acqua dello scolo così scarsa, che la piena mezzana la superi di molto, nell' elevazione della superficie.

Serve anche per regola universale la seguente, cioè, *se l' interrimento fatto nel canale esteriore alla chiavica, cessando la piena, resta più basso, che il pelo dell' acqua ritenuta nel condotto interiore*; purchè in tale stato si possano aprire le porte, *basta dar' esito all' acqua del condotto*; poichè questa coopererà ad escavare, o totalmente escaverà col suo corso l' interrimento di detto canale; tanto più, ch' egli suol' essere facile ad essere levato, quando non sia ancora stato asciugato dal Sole; poichè, in tale stato suol' essere, per così dire, di natura mezzana fra l' acqua, e la terra. All' incontro *restando l' interrimento più alto del pelo dell' acqua interiore alla chiavica, conviene escavare manualmente un picciolo fossetto, e profondarlo tanto, che, alzata che sia la porta della chiavica, possa correre per esso l' acqua trattenuta*; ed attendere, che col beneficio, o del solo corso dell' acqua, o d' ajuto aggiuntovi, si levi il restante dell' interrimento; avvertendo sempre, che ciò, che si conosce non potere ottenersi dalla sola forza dell' acqua, si dee impetrare dalla fatica degli uomini.

VII. Hanno gli scoli le loro piene *in tempo di pioggie*, e correndo ristretti fra le ripe, *può essere, che il corpo di acqua di essi tanto si elevi, che possa sormontare le sponde ne' siti inferiori*; in tal caso, *è necessaria la difesa degli argini*, per impedire le inondazioni; ma i medesimi difficultano l' uso dello scolo ai terreni contigui; quindi fa di mestieri, che *questi abbiano uno scolo particolare, e in niuna maniera comunicante col primo; o pure*, dovendosi essi scolare in questo, che *si provveda di chiaviche da chiudere in tempo di piena, e da aprirsi dopo, che sarà cessata*. Può anche darsi il caso, che se il condotto principale entrerà senza chiavica in un fiume, gl' interrimenti fatti dai rigurgiti di questo, non pregiudichino già allo scolo de' terreni superiori; ma bensì a quello dei terreni inferiori, e riesca troppo dispendioso il levarli ad ogni piena; allora, *se vi sarà luogo più idoneo, non torna conto di sboccare lo scolo minore nel maggiore*, ma bensì di portarlo ad altro termine più basso;

so; e sebbene, qualche volta, osta l' andamento del medesimo scolo maggiore, il quale interseca la strada, che dovrebbe fare il minore; nulladimeno *si può per via di botte sotterranea, far passare l' acqua sotto il di lui fondo, ed incamminarla a luogo conveniente*, come ordinariamente si pratica ne' casi simili, e quando i terreni sono così bassi di superficie, che richiedono, per lo scolo delle acque proprie, maggiore bassezza alla foce del condotto.

Giacchè l'occasione ha portato di avere a far menzione delle botti sotterranee, non sarà fuori di proposito di aggiugnere, per compimento di questa materia, qualche considerazione intorno di esse. Non è cosa nuova, che due corsi di acqua s' intersechino, l' un l' altro, senza mischiarsi insieme di sorte veruna; e siccome procedono da diverse parti, così si portino, dopo l' intersecazione, verso parti contrarie. Ciò s' osserva frequentemente nei canali d' irrigazione, che bagnano, quasi tutta la Lombardia; e nei condotti, pure di scolo, che tengono essiccata gran parte del Ferrarese, del Polesine di Rovigo, e del Padovano. Si pratica ciò col far passare un canale sotto, o sopra di un' altro, facendogli un' alveo separato, o di muro, o di legname, per lo quale si porti da una ripa all' altra del canale, che si traversa. Se tale fabbrica si fa in maniera (*a*), che possa servire di alveo ad un canale, che passi sopra dell' acqua di un' altro, il quale scorra per un' alveo di terra, ella si chiama *ponte-canale*, perchè, per l' appunto, fa l' ufficio di ponte, ed insieme quello di canale; ma se la medesima fabbrica porterà l' acqua sotto il fondo di un' altro fiume, o canale, che pure abbia l' alveo suo formato di terra, allora si chiama *botte sotterranea*.

I ponti-canali sono di due sorti; poichè, o essi sono così elevati sopra il pelo del canale, sopra del quale passano, che il detto pelo, nè anche in tempo di piena, arrivi a toccarli; o pure così poco, che o in tempo di piena, o sempre, si faccia del ristagno dalla parte superiore. Sopra dei primi cadono poche considerazioni: solo si dee avvertire, che la loro altezza non pregiudichi alla caduta, necessaria alla parte superiore del canale, che dentro vi corre, e che perciò non obblighi a soverchie, e replicate escavazioni; buona regola perciò sarebbe, che *il loro fondo si accomodasse alla cadente naturale del fondo di esso canale*; perchè situandolo alla prima più basso, si eleverà la caduta alla parte inferiore, e perciò succederanno deposizioni, che obbligheranno a fare nuovo alzamento di sponde, o pure a mantenere scavato l' alveo predetto; e facendolo più alto, si faranno interrimenti nella

(*a*) Quelli, che l' Autore chiama in questo luogo *ponti-canali* sogliono eziandio in Toscana chiamarsi *ponti a fiume*; e quelle, che egli denomina *botti sotterranee*, altri dicono *trombe, o chiaviche sotterranee*.

nella parte superiore, e nella inferiore vi sarà una cateratta, che col corso troppo veloce dell'acqua potrà mettere in pericolo la fabbrica; ben'è vero, che in tali casi, ne'quali, per lo più, i canali sono piccioli, le cadute sono altresì difettose, e l'escavazione supplisce ad ogni cattivo effetto. Ma, se si dovesse praticare tale artificio in fiumi grandi, sarebbe necessaria ogni maggiore avvertenza, e si dovrebbe anche considerare ciò, che potesse succedere, quando per alcuno di quelli accidenti, dei quali non manca l'incertezza delle cose mondane, restasse, o deteriorata, o distrutta la fabbrica del ponte canale; che mezzi potessero tenersi nella di lui riedificazione, o ristorazione; a qual parte si dovesse nel tempo dell'operazione divertire il fiume; onde si avesse a ricavare il denaro; e se l'enormità della spesa necessaria, per eseguire simili intraprese, avesse in contrapposto quell' utile, ch' ella merita. Quindi è, che *le fabbriche di tal sorte non si vedono in uso, che per acque mediocri, e per lo più chiare*, circa le quali non sono necessarie tante cautele.

I ponti-canali poi, i quali col loro fondo arrivano a toccare la superficie dell'acque del fiume, che traversano, oltre le predette riflessioni, addimandano la ponderazione degli effetti, che ponno succedere nel fiume inferiore, i quali, *quando veramente non succeda ristagno d'acqua, non saranno differenti da quelli, che fa un ponte ordinario*, dei quali abbiamo avuto discorso nel *cap. VII.*, ma quando faccia ristagno, cioè, quando la superficie dell'acqua del fiume inferiore sia obbligata, a causa dell'impedimento incontrato, ad elevarsi nella parte superiore al ponte-canale, più della di lui apertura; allora, secondo la diversa velocità dell'acqua, nasceranno effetti diversi; poichè *in ogni maniera l'acqua impedita vorrà farsi, davanti al ponte, quell' altezza, che può essere sufficiente ad acquistare tanta velocità, da passare tutta per lo vano del ponte medesimo*; e perchè, trovandosi l'acqua molto veloce, per causa dei gradi di celerità acquistati nella discesa, non accresce a se medesima nuova velocità per poca altezza d'acqua sopraggiunta; può darsi il caso, che questa si faccia tanto grande, che formonti le ripe, o l'ostacolo del Ponte-canale; e con ciò, o trovi altra strada al suo corso, o renda inutile, ed anche rovini la fabbrica di esso. *Ordinariamente* però, ciò non accaderà; ma *acquisterà l'acqua tale altezza, che potrà passare per lo vacuo del ponte*. Ben'è vero, che accrescendosi con questo mezzo la velocità dell'acqua medesima, *se il fondo del canale inferiore non avrà una soglia stabile, si formerà un gorgo sotto il ponte, che potrà mettere in pericolo i fondamenti di esso*; i quali, perciò, nell'ideare la fabbrica del medesimo, si deono determinare molto profondi, ad oggetto di prevenire il pericolo. E'superfluo il mo-

motivare, che *la larghezza di queste fabbriche, non dee essere minore di quella dell' alveo ordinario del canale*, che dee passare per esse, e che *la loro lunghezza non dee estendersi, solamente per tutta la larghezza del fiume inferiore, ma molto più*, col fine d'impedire, che l'acqua del canale superiore, o trapelando per li pori della terra, o rodendo da alcuna parte le proprie sponde, non si faccia strada, o non si apra una foce nelle sponde dell'inferiore; e perciò *nei fiumi, le corrosioni dei quali non sono facili ad impedirsi, l'esito dei ponti-canali è incerto*, non avendosi sicurezza, ch'essi debbano sempre andare ad imboccarli.

Simboleggiano coi ponti-canali di quest'ultima sorte *le botti sotterranee* (*Vedi la Fig. 55. e 56. Tav. XIV.*) poichè queste *non sono altro, che il vano, che lasciano essi sotto di loro, fortificato con fabbrica di muro, o di legno:* queste pure sono di due sorti, cioè, o col fondo piano, o col fondo concavo: le prime di nuovo si dividono, perchè, o l'acque passano per la botte liberamente, e senza essere trattenute; o pure con ristagno. *Le botti libere traversano il fiume, o canale superiore per di sotto, senz' alcuna variazione nel corso dell' acqua del canale inferiore*; ma dee avvertirsi, che non ponno aver luogo, che in caso di traversare un fiume, il fondo del quale sia molto elevato sopra quello del canale, che passa per esse; ed *è necessario, che la differenza delle cadute, addimandate dall' uno, e dall' altro canale, per condursi al suo termine, sia almeno tanta quanta dev' essere l' altezza della botte, compresa la grossezza del volto di essa; e la caduta sia maggiore nel canale superiore;* altrimenti, parlando di acque, che interriscono gli alvei proprj, o la botte muterà natura, o si renderà inutile in breve tempo (*a*). *Le botti ristagnate* poi *producono quegli effetti, che* di sopra *abbiamo detto succedere, quando l' acque, che passano sotto i ponti canali, fanno del ristagno*, ed a questo si dee avere riguardo, nel munire di argini il canale dalla parte di sopra. Finalmente *le botti, che hanno il fondo concavo, sono del genere di quelle, che hanno necessario il ristagno*; e si praticano nei casi, nei quali si deono traversare fiumi, o canali più bassi di fondo di quello che permetta la cadente del canale, che dee passare per la botte; poichè, *se il canale traversato esigerà caduta minore di quella, che addimanda il canale traversante, bisognerà, che questo si passi sopra per un ponte-canale*: *o non potendo* (come quando la differenza di dette cadute è minore del corpo d'acqua, che porta il canale traversato) *passi sotto il di lui fondo, ma per una botte concava*, dentro la quale discendendo l'acqua dalla parte superiore, risalti poi, e torni fuori a forza d'equilibrio nella parte inferiore, dove trovando un'alveo proporzionato, s'incammini per esso al suo viaggio. *L'acqua*, che corre

(*a*) Cioè a dire; di botte libera, che era, diverrà botte ristagnata.

corre per botti di questa sorte, s'ella *è pereme bisogna, che le mantenga sempre piene*; perchè è necessaria la continuazione dell'acqua, e la resistenza delle sponde, acciò la forza dell'equilibrio possa operare; anzi *le parti interiori tutte della fabbrica patiscono dall'acqua medesima, una spinta considerabile, che rendesi maggiore, quanto più grande è la saetta della concavità*, cioè a dire, quanto più la medesima botte resta profonda; quindi è, che nel destinare le grossezze dei volti di essa, bisogna avere riflesso alla forza, alla quale deono resistere; ed abbondare piuttosto, che mancare nella robustezza, e buona construzione del lavoro, attesa la difficoltà, che si può incontrare nell'avere di nuovo a porvi le mani a cagione, sì del canale, che vi passa sopra, sì di quello, che dentro vi dee scorrere. *Le botti concave non ponno servire per acque, che portino sassi, o ghiare*, perchè queste materie non trovano già difficoltà veruna ad entrare in esse; ma ne incontrano molta all'uscirne, che si rende loro difficile, se non impossibile, contrastando al rimontare in alto, la gravità delle medesime: quindi è, che in tali circostanze riempiendosi, si chiude il passaggio all'acqua, e la botte cessa dal suo ufficio; lo stesso fanno, ma in più lungo spazio di tempo, l'acque, che depongono de i tartari da i lati de i condotti, che le portano; e perciò bisogna esaminare la natura dell'acqua, prima d'intraprendere il lavoro.

Gli effetti sono di dare il passaggio assai buono alle acque da una parte all'altra del fiume, che traversano, quando anche portino materia limosa; perchè questa, restando incorporata all'acqua, seguita con facilità i moti di essa; e cessando il corso, può ben deporsi il limo; ma restando bagnato dall'acqua continua, che resta stagnante nel concavo della botte, è facile a sollevarsi di nuovo, e ad uscirne al primo corso d'acqua, che sopravvenga. Maggiore difficoltà s'incontrerà nelle materie arenose, che ponno essere di differente peso, e grossezza; delle quali perciò, altre usciranno con facilità, altre con difficoltà, ed altre di niuna maniera; dipendendo ciò dalla proporzione, che ha la forza dell'acqua alla resistenza della materia, che da essa dev'essere trasportata; per determinare la forza dell'acqua, serve molto l'osservazione della differenza del livello de' peli d'acqua, tanto all'entrare, che all'uscire della botte; poichè, *se il pelo dell'acqua, che entra, sarà orizzontale con quello dell'acqua, che esce*, (come succede, quando i fondi del canale superiore, ed inferiore, sono nella cadente medesima, e l'acqua non riceve impedimento veruno all'entrata) *eguale sarà la forza dell'acqua da una parte, e dall'altra della botte*; ma, *se l'acqua avrà il pelo più alto all'entrare, che all'uscire dalla botte, allora maggiore sarà la forza dell'acqua, che esce*. La resistenza poi della mate-

materia, che dee essere trasportata, si varia dalla mole, e gravità de i piccioli rottami di essa; e quando non possa essere sollevata, ed incorporata all'acqua, come succede alle arene più grosse, si varia in più modi la resistenza di queste, secondo la diversa inclinazione del piano, sul quale deono scorrere; quindi è, che *la diversa concavità della botte contribuisce molto, o a lasciare uscire, o a trattenere le materie pesanti*, essendo certo, che la medesima molecola di arena, potrà essere trasportata da una forza determinata per un piano poco acclive, e non potrà essere spinta un pelo, dalla forza medesima, accrescendosi l'acclività. Tutto ciò fa conoscere, che l'uso delle botti sotterranee particolarmente di quest' ultima spezie, si estende poco più oltre, che a piccioli canali, che portino acque chiare, come sono gli scoli delle campagne, e simili; e che i ponti-canali a poco altro servono, che ai canali regolati, o a i piccioli fiumicelli temporanei, i quali poco importa, se siano torbidi, o portino materia ghiarosa, purchè il fondo del ponte-canale sia accomodato alla naturale cadente di essi.

Ritornando alla materia degli scoli, resta da determinare un punto, che suol cagionare molte volte dispareri ben grandi fra quelli, che si credono interessati in un pubblico condotto; ed è, *se sia meglio unire tutte l' acque di una regione, o tratto di paese, in una sola fossa di scolo, o pure di dividerle, mandandole per diversi condotti al loro termine.* Noi abbiamo detto nel *Cap. IX.* parlando dell'unione di più fiumi insieme, che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che corre per un fiume, tanto maggiormente si profonda il di lui alveo, e tanto più s' abbassa la di lui superficie nelle massime piene; se questa dottrina si potesse applicare agli alvei degli scoli, sarebbe decisa la quistione, a favore dell' unione di tutte le acque in un solo condotto; ma in fatti ella non è applicabile; perchè parlando di fiumi, s'intende, che abbiano gli alvei stabiliti, e non possano elevarsi per deposizione di materia, il che non succede negli *scoli*, che *hanno sempre* dall' escavazione manuale *declività minore di quella, che richiede l' unione delle loro circostanze*; non mantenendosi adunque gli scoli escavati a forza di corso di acqua, nè meno può l' acqua aggiunta, se non sia quella di un fiume ben grande, accrescer loro il profondamento dell'alveo; e perciò *converrà, che quanto maggiore è il corpo di acqua, che scorre per esso, tanto più alto sia il di lei pelo*; e per conseguenza *può darsi il caso, che pregiudichi allo scolo de' fossi particolari*, che *deono avere l' ingresso nell' alveo medesimo*. Si dee dunque avvertire all' alzamento del pelo, che ponno fare nel condotto tutte le acque unite; e quando esso resti in istato di non rendersi nocivo a veruno, *quante più acque si uniscono, tanto è più utile*; perchè, oltre il consumare meno di terreno, e il non intersecare la

campagna con tanti condotti, si unifcono altresì più borse in un folo intereffe, cioè alla manutenzione dell'alveo dello fcolo, che riefce meno difpendiofa a' particolari. Bifogna adunque, *quando fi tratta di aggiugnere nuov' acqua ad un condotto di fcolo, nè fubito rigettare la propofizione, nè fubito approvarla; ma bensì ponderare gli effetti, che ne ponno fuccedere*; e, rinvenutili, mettere in bilancia i vantaggi, ed i pregiudicj, che fe ne ponno ricevere; e fecondo la prevalenza, o degli uni, o degli altri, rifolverfi, o ad ammettere la propofizione con equità, o a rigettarla con giuftizia; e quando la difpofizione della legge obblighi la parte inferiore a ricevere le acque tutto che nuove, della fuperiore, anche con pregiudicio, penfare a que' ripieghi, che ponno togliere, o almeno fminuire il danno, fra i quali non ha picciola parte la dilatazione dell' alveo del condotto.

Circa l' elezione dei luoghi, per li quali fi deono far paffare le foffe di fcolo, abbiamo detto di fopra, effere effi, per lo più indicati dalla natura, col fare da fe la ftrada allo fcarico delle acque; e perciò non è, alle volte, troppo fano configlio, col motivo di abbreviare la linea dello fcolo, mutargli fituazione; perchè i terreni più baffi, reftando in fito lontano dal condotto, può effere, che comincino a patire di fcolo. E' però certo, che, in parità di circoftanze, la linea retta è fempre da preferirfi alla curva; ma fopra ciò non fi può dare regola veruna, dipendendo l' elezione del luogo per lo fcolo, da molte condizioni, che debbono offervarfi ful fatto.

CAPITOLO DUODECIMO.

De' canali regolati, e delle regole più principali da offervarfi nella derivazione di effi.

SI pratica, appreffo i popoli più induftriofi, di derivare dai fiumi maggiori qualche porzione di acqua, che ferva a varj ufi degli uomini; cioè, o alle irrigazioni; o alle navigazioni; o a far muovere edificj diretti a diverfe forti di lavoro; o a fontane; o ad altro; in tali derivazioni però, fe non fono ben maneggiate, s' incontrano frequentemente delle difficoltà, e ne nafcono molti pregiudicj; e quefta è la ragione, per la quale abbiamo creduto di dovere, in quefto capitolo, feparatamente difcorrerne.

Sono tali acque derivate, dette *canali regolati*; perchè nei loro alvei, per lo più, è così regolata l' introduzione delle acque, che, ad ogni volontà di chi li regola, ponno effe, e fminuirfi, e affatto toglierfi;

glierſi; ſenza di che, equivalerebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale; e in tal caſo non potrebbero dirſi regolati; ſimbolizzano nulladimeno i canali regolati coi rami dei fiumi, quali ricevono l' acqua dal loro tronco principale, per ſola regola di natura, ed hanno, ſecondo il più, ed il meno, le proprietà del fiume, dal quale ſi partono; onde è, che per intendere la natura dei canali regolati, è d' uopo di ben' intendere, prima quella dei rami dei fiumi.

Si dee adunque oſſervare, *che ad effetto, che queſti ſi mantengano, ſi richiede eguale caduta nell' uno, e nell' altro di eſſi; egualmente ſpedita l' introduzione dell' acqua nell' imboccatura dei medeſimi; eguali le reſiſtenze nelle ripe, e particolarmente nel fondo degli alvei, ed in fine, eguali tutte le circoſtanze, che ponno, o accreſcere, o conſervare, o ritardare le velocità dell' acqua, che ſcorre per eſſi*; dall' egualità delle quali coſe ſi forma un' eſatto equilibrio, al quale ſuccede una perpetua conſervazione dei rami, nei quali ſi divide il tronco primario di un fiume. Può però darſi il caſo, che ſi abbia l' equilibrio delle circoſtanze; e per conſeguenza, che ſi mantenga il corſo del fiume per li ſuoi rami, ſenza che le medeſime ſiano eguali, ad una ad una; purchè il difetto della prima ſia compenſato coll' ecceſſo della ſeconda: eſſendo certo, appreſſo i geometri, che dalle proporzioni reciproche ſi compone la proporzione di egualità.

Ponno anche conſervarſi i rami di un fiume, preſſo a poco, nello ſtato medeſimo, per cagione di un continuo ſconcerto del ſopraccennato equilibrio, purchè la prevalenza delle condizioni ſi permuti a favore, ora dell' accreſcimento, ora del decreſcimento del ramo medeſimo; poichè *allora le coſe ſi mantengono, a un dipreſſo nell' iſteſſo ſtato, quando continuamente, e per brevi intervalli di tempo, creſcono, e calano, librandoſi per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello, che ſta tra il maſſimo accreſcerſi, ed il maſſimo diminuirſi*. Ciò nei fiumi, il più delle volte, *ſuccede per la diverſa direzione dell' imboccatura*, la quale, ſecondo, ch' è più favorevole ad un ramo, che all' altro, fa entrare maggior corpo di acqua nel primo, che nel ſecondo, il che contribuiſce alla di lui eſcavazione, e dilatazione; ma cambiandoſi, come molte volte avviene la direzione del filone, e voltandoſi all' altra parte, ne ſegue, che il ramo, il quale pareva, che tendeſſe all' eſſere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceva abbondantemente; e l' altro, che correva gonfio, ritorni alla ſua primiera debolezza. Per altro, quando in un ramo vi ſono impedimenti ſtabili, e nell' altro perpetua felicità di corſo; in una parola, quando un ramo gode continuamente delle condizioni più vantaggioſe al di lui corſo, alla di lui dilatazione, ed eſcavazione, nè mai ſi viene all' equilibrio, colle condizioni dell' al-

Ii 2 tro;

tro; è necessario, che il medesimo assorbisca, col tempo, tutta l'acqua del fiume, e che l'altro ramo sia interamente abbandonato, particolarmente in caso di acque torbide (a), le quali, illanguidendosi il moto, interriscono il proprio letto: ho detto *particolarmente in caso di acque torbide;* perchè, essendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, ponno, per molti altri capi, mantenersi nel medesimo diversi rami, i quali tutti portino acqua in diversa proporzione, senza considerabile alterazione, da un tempo all'altro, come succede nei canali d'irrigazione, e simili.

Quando, dunque, si vuole derivare l'acqua da qualche fiume, è *necessario*, per prima regola, *di superare in qualche maniera la forza, colla quale esso corre per l'alveo proprio*, acciocchè possa prendere strada diversa, il che nei fiumi incassati difficilmente, negli arginati facilmente si conseguisce; posciachè in questi il continuo sforzo, che fa contro le sponde l'altezza dell'acqua, serve per principio efficiente a farle prendere altra direzione; e basta tagliar l'argine, perchè l'acqua n'esca, e s'introduca, dove si vuole, come abbiamo detto, parlando delle rotte dei fiumi (a). Quindi è, che se avanti l'incisione dell'argine sarà stato preparato un canale proporzionato, che abbia sufficiente caduta al suo termine, l'acqua uscita dal fiume comincerà a correre per esso, e vi si manterrà, incontrandovi il predetto equilibrio di circostanze; e perdendosi, converrà ricuperarlo coll'arte. *Non è però sicuro il fare la sola incisione dell'argine*, attesa la facilità, colla quale gli argini sono corrosi dal corso dell'acqua, particolarmente in quei luoghi, dove il fiume si divide in più rami; e perciò *egli è necessario fortificare le parti laterali dell'incile con fabbrica di muro, e di construzione simi-*

(a) Il caso, di cui quì si parla, accadde nel Pò grande verso il mezzo del secolo sesto decimo, intorno al qual tempo egli venne assorbendo tutta l'acqua, che prima soleva entrare col maggior corpo nel Pò di Ferrara, per modo, che cominciò questo a non riceverne più alcuna parte, fuorchè nelle somme escrescenze, e ciò dopo essersi mantenuti amendue i rami ben quattro secoli in quell'equilibrio, di cui quì si ragiona. A togliere un tale equilibrio potè per avventura concorrere l'introduzione delle acque del Reno, che poc'anzi si era fatta nel Pò di Ferrara in un punto diverso, e alquanto inferiore a quelli, per li quali prima vi soleano entrare, ora congiunte, ora disgiunte dal Panaro, mentre rivolgendosi le torbide del Reno in acqua bassa del Pò a scorrere verso il punto della diramazione di questo [come dall'Autore si è detto dover succedere, e da noi si è avvertito nell'annotazione 8. del capo 10. c. 473.] era forza, che si rovesciasse la pendenza del Pò di Ferrara, e quanto più in giù era il punto dello sbocco del Reno, tanto più alto dovea farsi il ridosso gittato da esso per rovesciare la detta pendenza, e tanto più difficultarsi l'ingresso all'acqua del Pò. In tal senso, e non altrimenti può esser vero, che il Reno arenasse il Pò di Ferrara.

(b) Il taglio dell'argine si dee intendere continuato anche più abbasso nella golena, quando si intenda di derivar dal fiume anco l'acqua bassa, ed anco se si vuole per fino al fondo.

simile a quella, che si pratica nelle chiaviche, che servono agli scoli, alla quale applicandosi delle porte, o cateratte di legno, potranno queste servire, per regolare l'introduzione dell'acqua, che si riceve, a misura del bisogno, e sforzare la soprabbondante a correre per l'alveo del fiume.

In caso, che si desideri l'acqua in tempo, ch'ella è bassa, è necessario, che *le soglie di queste chiaviche restino inferiori al pelo basso del fiume*; ma volendosi solo in tempo di piena, si deono fare più alte: *E quando le medesime chiaviche*, o tagli di argine, *avessero a servire per diversivi*, diretti al fine di dare sfogo, o respiro alle acque del fiume, *bisogna porre le soglie a quell'altezza, che si può credere necessaria all'intento desiderato*. In proposito però di *questi diversivi*, è da riflettersi quì al *poco utile*, che *apportano*, come avvisa il Castelli *al Corollario* 13., e come può dedursi da ciò, che noi abbiamo detto di sopra al *cap.* 9. attesa, sì la poca acqua, che scaricano in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza, che levano da quella, che senza di essi sarebbesi nell'alveo del fiume medesimo; sì l'interrimento degli alvei, che succede al di sotto dei diversivi; sì il pericolo a cui si soggettano le campagne contigue all'alveo, per lo quale debbono scorrere le acque divertite; sì finalmente, la perdita del terreno, che viene occupato dal medesimo: perciò, a titolo di dare scarico all'acqua di un fiume, di rado accaderà, particolarmente nelle pianure, che i beneficj di uno di questi diversivi, meritino la spesa di fabbricarlo. Ma, se la diversione sarà fatta, anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti di una provincia, mediante la navigazione, o per altri usi egualmente profittevoli; potranno simili diramazioni essere utilmente praticate, come si vede nel Polesine di Rovigo, ove la moltiplicazione dei canali, derivati dall'Adige dalla Serenissima Repubblica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a quei popoli.

Dai fiumi incassati è ben più difficile fare delle diversioni, particolarmente, quando le sponde sono alte, e superiori al bisogno del fiume, e che il termine, al quale si vuole condurre l'acqua, è più alto del pelo del fiume medesimo. In tal caso *è necessario cercare nelle parti superiori del fiume, un sito tant' alto, che da esso possa l'acqua scorrere al sito destinato*; e molte volte è necessario *traversare tutto l'alveo con qualche fabbrica* di muro, o di legname, (che volgarmente si chiama chiusa, o pescaja; e da altri, a riguardo della caduta di acqua, che vi succede, si dice ancora cateratta) *affine di elevare il pelo dell'acqua, tanto che possa entrare nel canale preparato per la di lei condotta*. Si vedono simili macchine, fatte per diramare canali ad uso delle città &c. quasi in tutti i fiumi, a riserva dei reali (dentro l'alveo dei

quali, è difficile, se non affatto impossibile, il fabbricarle) e fanno degli effetti, che meritano una particolare considerazione (*a*).

I. Primieramente, edificata che sia una di queste cateratte, negando ella il passaggio all' acqua del fiume, è d' uopo, che questa si elevi, e riempia tutto il tratto dell' alveo superiore, che sta sotto il livello della soglia, o sommità di detta cateratta, formando con ciò uno stagno di acqua, a modo di un laghetto, la cavità del quale, in breve tempo, sarà riempiuta di materia portata dal fiume, cioè di sassi, arena, terra, e simili; e con ciò *alzandosi il letto del fiume, sino all' altezza della chiusa, darà* altresì *occasione ad un simile, e proporzionato alzamento nelle parti superiori dell' alveo medesimo.*

II. *Nelle parti inferiori di detto alveo, non si altera* perciò *la situazione del fondo*, quando esso altramente sia stabilito, e non si dia luogo ad alcuna di quelle cause, che sono proprie per fare elevare il fondo dei fiumi, come sarebbe la construzione di qualche altra chiusa più al basso; il prolungamento della linea dell' alveo &c. E ciò è assolutamente vero, quando *la chiusa* non serva, a cavare acqua dal fiume; ma *se* la medesima *sarà destinata a quest' effetto, sarà altresì necessario, che*, ogni volta, che l' acqua derivata, abbia alla rimanente una sensibile, e considerabile proporzione, *il fondo del fiume inferiore alla chiusa si elevi*; posciachè, non alzandosi più in tal sito le piene alla misura di prima, richiederanno queste maggiore declività di fondo per non deporre la torbida &c., e non avendola, dovrà elevarsi l' alveo, sino ad acqui-

(*a*) L' intendimento, e il bisogno, che si ha in simili occasioni è di alzare precisamente il pelo dell' acqua, e non il fondo del fiume, ma siccome, ove questo sia torbido, è inevitabile, che di sopra alla chiusa si riempia di terra fino al livello della cresta, o ciglio della medesima (come si nota nel §. seguente) così dalla chiusa nasce necessariamente, oltre quella del pelo anche l' elevazione del fondo. Si può nulladimeno sfuggir questa, fabbricando delle chiuse amovibili [di struttura simile alle porte de' sostegni di navigazione, de' quali si parla più sotto] le quali tenendosi serrate solamente in tempo di acque basse, e chiare non danno luogo alle deposizioni, e per tal modo si derivano utilmente a diversi usi l' acque de' fiumi, e quando se ne voglia solamente parte, e non tutta si lascia nel sostegno una luce a cui si appongono sportelli, o tavole per renderla ora più, ora meno ampia, e con ciò regolare la quantità, che s' intende di cavar fuori. L' istesso si può ottenere attraversando il fiume con un' argine di terra, con lasciarvi solamente accanto ad una delle sponde un' apertura munita con regolatore di muro, e tenendo l' argine di tanta altezza, che possa venir sormontato, e portato via dalle fiumane per rifarlo ove queste siano cessate; nel che tuttavolta è da aver gran riguardo al gonfiamento, che necessariamente ne nasce nel tratto superiore del fiume, quando l' argine resista alle mezzane escrescenze, che può essere di ristagno agli scoli, che entrano nel detto tratto, e anco portar pericolo di trabocchi; ed oltre ciò si ponno fare tali posature di terra di sopra all' argine, che porti qualche elevazione di fondo, la quale poi non sì facilmente si rimova, e si sgombri nelle piene maggiori, ancorchè da queste l' argine venga demolito. Vedi oltre ciò quello, che abbiamo detto di sopra nell' annotazione 54. del capo 7. c. 407.

acquistarla; per altro, *essendo insensibile la proporzione delle acque predette* (come per lo più succede, e come si è detto dovere succedere, parlando dei diversivi) *insensibile* parimente *sarà l'effetto dell'alzamento del fondo al di sotto della chiusa*, nel qual sito, a cagione dell'acqua, si farà immediatamente un gorgo, e poscia un dosso composto della materia più pesante, che porti il fiume in quel sito, dopo del quale si disporrà il fondo a quella cadente, ch'è dovuta alle cause, e circostanze del fiume. Questa osservazione facilissima da farsi nei siti delle cateratte, fa assai ben conoscere, che *lo stabilimento de' fondi degli alvei, non ha alcuna correlazione al principio del fiume ma* bensì in gran parte, *allo sboccο del medesimo*.

III. *Se il fiume, prima della costruzione della chiusa, porterà ghiara*, per qualche tratto di sotto al sito di essa; *non lascerà di portarla, dopo che la chiusa medesima sarà edificata, fino al termine di prima*: Posciachè, ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, tornerà col tempo alla primiera declività, e il fiume ripiglierà il suo antico genio di portare materia, simile a quella di prima; e non essendo sensibilmente alterato il fondo inferiore, questo ne permetterà l'avanzamento fino al luogo, per altro destinato dalla natura. S'ingannano perciò quegli, che pretendono, colla construzione delle chiuse, di trattenere le ghiare, ed i sassi dentro i valloni delle montagne, e negli alvei dei torrenti, e con ciò d'impedire l'alzamento dei fondi dei fiumi, dentro dei quali hanno sfogo i torrenti medesimi; poichè, sebbene con tal'arte si fosse per ottenere qualche parte del fine, che si pretende, non se ne potrebbe pertanto sperare, quanto bisogna; attesochè non si tratterrebbe fra le montagne altra ghiara, se non quella, che potesse capire nel vano delle chiuse; o che potesse derivare dalle falde dei monti, le quali restassero sepolte dentro gl'interrimenti, come più basse della nuova cadente di fondo, acquistata dal torrente dopo la construzione della chiusa (*a*).

IV. Non ostante, che *nella edificazione della chiusa, si abbia l'avvertenza di non fare la di lei sommità, o soglia superiore a livello; ma* più

(*a*) Parmi, che al caso quì considerato dall'Autore, un'altro se ne possa aggiugnere, ed è quando col rialzamento del fondo del torrente prodotto dalla chiusa venisse a restar sepolta qualche falda di monte così dirupata, e quasi tagliata a piombo, che a cagione appunto di tal sua constituzione si andasse rilassando anco la parte superiore, benche di pendenza più dolce; e con ciò venissero sciogliendosi, e calando abbasso [specialmente a' tempi delle pioggie] i sassi superiori, che per altro non scenderebbero giù per quel moderato declivo. Allora è manifesto, che l'alzamento del fondo del torrente togliendo il dirupo, e servendo di rincalzo alla parte superiore del monte non pure tratterrebbe i sassi soliti a derivare dalla parte infima di esso, che rimarrebbe sepolta, ma eziandio dalla superiore, che più stabilmente poserebbe, e si appoggerebbe sopra lo stesso nuovo fondo del fiume.

più bassa verso la bocca del canale, che ha da ricever l'acqua (e ciò affine di mantenere il corso del fiume più basso della sommità della chiusa) è però così incostante il corso dei fiumi, che corrono in ghiara, che alle volte, volgendosi questi dalla parte opposta, formano dossi in faccia all' imboccatura del canale, e vanno a sormontare la chiusa nelle parti lontane, tuttochè più alte; nel qual caso *elevandosi il fondo del fiume ad altezza eguale a quella del piano superiore della chiusa, non serve più ella a spingere l' acqua nel canale*: A questo effetto può ancora concorrere l' interrimento del canale medesimo, che il più delle volte non avendo caduta sufficiente a portar ghiara, procura colle deposizioni di farsela; e con ciò concorre all' otturamento del proprio Incile, ed al rivoltarsi dell' acqua del fiume ad altra parte.

Quest' apparenza ha fatto credere ad alcuni, che l' alzamento del fondo dei fiumi si faccia continuamente maggiore, e senz' alcun termine limitato dalla natura; e che perciò sia necessario d' alzar, di tempo in tempo, le chiuse, perchè facciano il loro ufficio di spingere l' acqua nei canali laterali. Ma se si avverte, che la natura della chiusa, non è, che di fare sollevare il fondo del fiume fino al pari del suo piano (come farassi manifesto, dovere succedere, se c' immagineremo una chiusa di un fiume, senz' alcun canale, per lo quale debba essere derivata l' acqua da esso) e che lasciandola in questo stato, non potrebbe farsi alzamento di fondo più grande; chiaramente si conosce, che la diversione dell' acqua dal canale, non si fa per l' alzamento del fondo del fiume; ma bensì per lo di lui sregolato corso, che si forma la sponda verso l' imboccatura del canale medesimo; e per l' interrimento del fondo di questo; perciò è manifesto, che *la soglia dell' incile dee essere sempre più bassa del piano della chiusa*, almeno quanto richiede il corpo d' acqua, che si vuole nel canale; e che mantenendosi la comunicazione di questa soglia coll' acqua del fiume, e senza interrimenti sopra di essa, tanto nell' alveo del canale, quanto in quello del fiume, non può di meno, che l' acqua non vi entri. Quindi è, che *in luogo di elevare il piano della chiusa*, come alle volte è stato praticato, *basta procurare, che il fiume si rivolga col corso alla parte dell' imboccatura del canale*; e che questo resti sempre aperto, o a forza di corso di acqua, quando il canalo abbia tanta caduta, e forza, che basti; o mancandogli l' una, e l' altra, con escavazioni manufatte; o pure coll' uso dei paraporti, delli quali qui brevemente descriveremo, e l' uso; e l' artificio.

Sono questi *Paraporti* fatti a modo di forti chiaviche, fabbricate nella sponda del canale (*Vedi la Fig. 57. Tav. XV.*) (a), che riguar-

(a) La Fig. 57. mostra il Prospetto della Chiusa di Casalecchio lontana tre miglia dal Bolognese sul fiume Reno, nella quale A B, è il Piano superiore della Chiusa,

sguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che s' alzano, e s' abbassano, secondo l' opportunità, o di dar sfogo all' acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. E' solito, che s' aprano queste porte in tempo di acqua abbondante, ad effetto di scaricare, o l' acqua tutta, entrata nel canale; o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa. *La velocità, che acquista l' acqua nel cadere dalla soglia del paraporto*, la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, *è quella* in tal caso, che *scava* in poco tempo *il fondo del canale* (a); e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la soglia dell' incile, quando sopra di essa si siano fatte delle deposizioni; e molte volte prolunga l' escavazione all' insù dentro l' alveo del fiume superiore alla chiusa, formandosi dentro di questo, un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l' incile: *coll' artificio di più fabbriche* di tal natura, disposte ordinatamente, l' una dopo l' altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro canal di Reno, ove riceve ghiara dal fiume, *si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato*, e quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, *si mantiene il corso del fiume, sempre vicino alla bocca del canale; ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa*; e perciò non è stato necessario sin' ora alzarla, nella maniera, che hanno fatto quelli, che privi di questo ajuto, non hanno avuto ricorso all' escavazione manufatta.

Di simile artificio non hanno tanto bisogno le chiuse fatte nei siti, nei quali il fiume non porta ghiara; perchè la sola apertura del canale, quando questo sia provveduto di sufficiente caduta, è valevole, per lo più, a mantenere il fondo arenoso, scavato su la soglia dell' imboccatura; ed in ogni caso, è facile da farsi, quando sia necessaria l' escavazione.

che obbliga l' acqua della parte superiore del Fiume C A B, ad entrare per l' Incile G, detto il Boccaccio, nel Canale L M. F, primo paraporto, detto il Paraporto grande, la cui Porta alzata che sia, rende l' acqua del Canale al Fiume, e scava il fondo del Canale da F, fino al disopra dell' Incile G. H, I, Due Sfogatori, o Riforatori, o Diversivi a fior d' Acqua, i quali servono per scaricare nel Fiume l' Acqua superflua. K, secondo Paraporto detto del Prato, che serve all' uso medesimo, che il Paraporto F, escavando il canale da K, fino in L; dopo il quale ve ne sono molti altri destinati al fine medesimo. L M, Sponda sinistra del Canale, nella quale si trovano i Paraporti, e Diversivi, tutta di fabbrica di muro sul piano superiore della quale si va da un Paraporto all' altro, ed alla Chiusa. D E, Alveo di Reno nella parte inferiore alla Chiusa.

(a) E questa velocità nasce in qualche parte dalla cascata di essa (come fu avvertito nel capo 7. §. *Le cadute*) ma per la maggior parte dipende dalla notabile inclinazione, e pendenza, che acquista l' acqua nel rivolgersi verso il paraporto, la cui soglia, come poc' anzi fu detto, dee esser più bassa del fondo del canale.

ne. *In caso* però *di difetto di caduta*, *servirebbe* infinitamente, *per mantenere profondo il canale*, *l' uso dei* predetti *paraporti*, *almeno in vicinanza del di lui incile*, e negli altri luoghi, nei quali sia possibile il farli; e perciò, in vece dei regolatori, o risoratori, che si tengono avanti gli edificj, per iscaricare a fior d' acqua la soprabbondante, sarebbe meglio avervi una porta, o cateratta, la quale, alzata che fosse prendendo l' acqua dal fondo del canale, impedisse, se non altro gl' interrimenti, coll' aprirla in tempo di escrescenze.

Servono i paraporti predetti, *oltre l' uso di mantenere scavati i canali* regolati, *anche a* quello di *regolare l' acqua*, *ch' entra nei medesimi*, acciocchè non vi corra con soverchia altezza di corpo; posciachè alzandoli, più, o meno, in tempo di piena, portano fuori del canale quella copia di acqua, che si desidera; al qual fine tendono anche i diversivi a fior d' acqua, che tramandano nel fiume la soprabbondante e trattengono nel canale quella, ch' è necessaria: nella stessa maniera, per regolare l' introduzione dell' acqua, si applicano alla bocca dell' Incile alcune porte, che aprendosi più, o meno, lasciano altresì entrare nel canale, maggiore, o minor corpo di acqua. Da tutte queste macchine si ha, che i canali regolati, non si gonfino mai eccessivamente; si conservino sempre nel medesimo tenore; e non riescano di danno veruno ai terreni contigui, per troppo grande abbondanza di acqua.

Di rado s' incontra, che *un canale regolato* abbia tale caduta al suo termine, che non *richieda*, *di quando in quando*, *di essere scavato*; acciò colle deposizioni non si alzi il fondo ad un segno pernicioso; posciachè, o dopo divertiti simili canali, è di necessità, che rientrino nel fiume medesimo, dal quale prima partirono; o pure ponno avere altro termine al loro corso: quando rientrano nel fiume medesimo, è da avvertirsi, che *il canale derivato*, come quello, che porta di gran lunga minor corpo di acqua, che il fiume (*a*); per necessità, in pari

(*a*) Ciò è vero ove nel canale possano entrare le materie più grevi, che porta il fiume, cioè a dire quando il canale prenda l' acqua dal fondo di questo, come per lo più si pratica, e molto più ove la soglia dell' incile sia più bassa del detto fondo, come per buona regola ha prescritto l' Autore più sopra nel §. *Questa apparenza*. Ma se il fiume onde il canale si deriva fosse perenne, portando in ogni suo stato un considerabile corpo d' acqua, e la soglia dell' incile del canale si fosse fatta alquanto superiore al fondo del fiume, allora non entrando nel canale nè le ghiaje, nè le arene più grevi potrebbe per avventura, non ostante il minor corpo d' acqua, che egli porta non aver bisogno di maggior caduta di quella del fiume. Lo stesso può succedere ancorchè il fiume sia temporaneo, e in luogo di chiusa sia adattato ad esso o un sostegno, o un' argine manufatto, che ne alzi il pelo senza alzarne il fondo [come si è detto nell' annotazione 3. c. 505.] nel qual caso la soglia dell' Incile si può parimente tener più alta del fondo superiore all' argine, o sostegno, per escludere dal canale queste materie, che non si sollevano dal fondo del fiume.

ri circostanze, *avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume* medesimo; e perciò è necessaria l'osservanza di alcune regole.

I. La prima si è, che, *se il fiume, ed il canale, dal punto del loro disunirsi, a quello della riunione, avranno eguale la lunghezza della strada*; *necessariamente*, avendo bisogno il canale di maggior caduta (se il piano di campagna non sia estremamente alto) *bisognerà, o che il fondo si alzi più del medesimo con danno de' terreni contigui, e si ferri con gl' interrimenti* l'Incile del canale; *o pure, che si soggetti, chi ne intraprende la derivazione alla spesa di una continua escavazione. Ciò s' intende, quando la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale, sia maggiore di quella, ch' è necessaria al fiume in uguale lunghezza, più di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell' Incile al fondo del fiume, al di sotto della chiusa.*

Per maggiormente spiegarmi in questo particolare, molto essenziale in questa materia; sia il fiume ABCD, dal quale per causa della chiusa A si parta il canale AD, che rientri nel medesimo in D; e suppongasi (*Fig.* 58. *Tav. XVI.*), che il fiume ABCD richieda un piede di caduta per miglio; e che la lunghezza di esso sia di dieci miglia. Egli è evidente, che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A, fino a D, sarà piedi dieci. Supponiamo ancora, che la via del canale AD sia parimente di dieci miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità di acqua, che porta, sia di piedi due per miglio; adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi venti, maggiore di quella del fiume piedi dieci; e conseguentemente dovrà il fondo del canale AD, nel suo principio verso A, essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A. Se dunque l' altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza, è certissimo, che l' incile di esso potrà mantenersi senza interrimento, col solo sforzo dell' acqua, che vi entra; ma se la differenza in altezza dei predetti due punti, sarà minore di dieci piedi, è altrettanto chiaro, che il fondo del canale, per mantenersi basso al bisogno, ricercherà, di tempo in tempo, dell' escavazione, e sarà necessario, che l'opera degli uomini, in questo caso, supplisca al difetto della natura.

Da ciò si deduce, che *quanto più breve sarà il corso del canale avanti di rientrare nel fiume, tanto maggiore sarà il vantaggio della caduta di esso*; poichè, supposto, che la lunghezza del fiume, e del canale tra A, e D, fosse di sole cinque miglia, e che l'altezza della chiusa A fosse atta a fare la differenza dei loro fondi di dieci piedi, sarebbe la caduta del fiume, da A a D, piedi cinque, e quella, che è necessaria al canale, piedi dieci; adunque in A il fondo del canale dovrebbe restare

re più alto del fondo inferiore alla chiusa, piedi cinque; e potendo l' altezza della chiusa medesima sostenere il fondo di detto canale all' altezza di piedi dieci, resterebbero al canale cinque piedi di caduta più del bisogno, che potrebbero impiegarsi utilmente, nel progresso di esso, per una caduta di acqua ad uso di molini, o di altro, secondo l' opportunità: quindi è, che i *canali, i quali usciti dal fiume a forza di chiuse, dopo breve corso, vi ritornano dentro, non mai sono difettosi di caduta*. Al contrario, se le lunghezze A D del canale, ed A B C D del fiume fossero di miglia venti; ritenendo le altre misure supposte di sopra, sarebbe la caduta del fiume piedi venti, e quella, ch' è necessaria al canale, piedi quaranta; e perciò il fondo, nel principio del canale A D, dovrebbe essere elevato piedi venti sopra quello del fiume; adunque non potendo la chiusa A sostenerlo sopra il fondo medesimo, che piedi dieci, è chiaro, che mancherebbero al canale dieci piedi di caduta; e conseguentemente, per impedire, che il fondo di esso non si elevasse a tale altezza, sarebbe necessario d' impiegare l' opera degli uomini nell' escavazione, come il più delle volte succede; perchè, avendo bisogno i popoli di valersi di canali simili per lungo tratto, la caduta acquistata col beneficio della chiusa, distribuita nella lunghezza del corso, si perde, e non può supplire all' esigenza, che ha il canale, di caduta maggiore.

II. La seconda regola è, che *se la lunghezza del fiume, a quella del canale, avrà la proporzione reciproca delle cadute necessarie all' uno, ed all' altro, avrà il canale sufficiente caduta per non interrirsi*; anzi glie ne avanzerà tanta, quanta è l' altezza, alla quale può essere sostenuto il fondo del canale sopra il fondo del fiume di sotto alla chiusa. Ciò pure è evidente; perchè, supposto, che A D sia miglia cinque, A B C D miglia dieci, sarà la caduta di miglia dieci, a ragione di un piede per miglio, altrettanti piedi; e però eguale a quella di A D in cinque miglia, a piedi due per miglio; e conseguentemente non sarà necessario, che il fondo del canale in A, sia un pelo più alto del fondo del fiume in A; e perciò avrà il medesimo canale tanto di caduta più del bisogno, quanta è l' altezza, alla quale la chiusa può sostenere il fondo di esso.

III. Dalla predetta ne deriva la terza regola; ed è, che *per eleggere il luogo, nel quale si dee restituire al fiume il canale regolato, bisogna riflettere all' uso, al quale dee esso servire*, diversificandosi da ciò considerabilmente il luogo medesimo. Posciachè (1) dovendo servire ad uso di navigazione, e potendosi avere tanto corpo di acqua, che non sia necessario di sostentarla, bisogna avere notizia della caduta del fiume,

me, e se varj, o no, nel progresso di esso (*a*); e similmente di quella, che può essere necessaria al canale da farsi: e (quando non si varj la caduta del fiume) aggiugnendo alla prima l'altezza, che può nascere dalla chiusa, bisogna trovare un sito nel fiume, nel quale la caduta del fondo del canale di sopra alla chiusa, fino al fondo D, sia a quella, che è necessaria al canale, come la lunghezza A D è alla lunghezza A B C D: o pure per trovare l'altezza della chiusa A, basta fare, che, come la lunghezza A B C D sta alla lunghezza A D, così stia la caduta necessaria al canale A D, ad un'altra caduta, la quale se sarà maggiore di quella del fiume da A in B, basta regolare l'altezza della chiusa secondo l'eccesso, che si troverà, facendola tanto più alta di detta diffe-

(*a*) Per più chiara intelligenza delle regole, che dà l'Autore in questo luogo si debbono distinguere i tre casi, che egli distingue.

Il primo è, quando il canale non debba essere interrotto da alcun sostegno, ma il suo fondo debba seguitamente estendersi dal punto della sua derivazione fino allo sbocco, come quando egli dovesse servire ad uso di naviglio, nè in questo occorressero sostegni, potendosi avere bastante corpo d'acqua da un capo all'altro del canale; allora dunque o è data l'altezza della chiusa A [*Fig.* 58. *Tav. XVI.*] sopra il fondo del fiume, da cui il canale si deriva superiormente alla detta chiusa, e si cerca il punto D, in cui si dee far ritornar l'acqua nel fiume, o è dato il punto del ritorno D, e si cerca l'altezza da darsi alla chiusa. Se l'altezza di questa è data, si calcoli la caduta totale, che ha il fondo del fiume dal di sotto della chiusa A fino a quel punto D, a cui si vuol provare se sia possibile condurre il canale senza interrimenti, la qual caduta si può sapere dalla data lunghezza A B C D, e dalla notizia di quanto penda l'alveo del fiume in un dato spazio, come d'un miglio, purchè però non si varj la pendenza del fiume nel detto tratto, altrimenti si dovrebbe cercar tal caduta coll'attuale livellazione; ma tanto nell'uno, quanto nell'altro supposto si avrà con ciò quanto resti alto il fondo del fiume immediatamente inferiore alla chiusa A sopra il medesimo fondo in D. Ciò posto conviene altresì sapere quanta pendenza sia per esser necessaria al canale, cioè quanto gli convenga di caduta a miglio (di che ragiona l'Autore nel §. seguente) e misurata la lunghezza del canale da A fino a D secondo quella linea, su cui si vuol condurlo, convien calcolare quanta sia la total caduta a lui necessaria nella lunghezza misurata A D. Allora all'altezza trovata del fondo del fiume inferiore alla chiusa A sopra il fondo del medesimo fiume in D, si aggiunga l'altezza della chiusa, o piuttosto, come l'Autore si esprime, l'altezza dell'origine del canale, che può nascere dalla chiusa (mentre se la soglia dell'incile si volesse tener più alta, o più bassa del fondo del fiume superiore alla chiusa, o se il punto della derivazione non fosse immediatamente contiguo a questa, ma distante per qualche notabil tratto, in cui la caduta del fiume fosse sensibile, a tutto ciò si dovrebbe aver riguardo) e quando la somma, che ne verrà si trovi eguale, o maggiore della total caduta necessaria al canale, poc'anzi calcolata, si potrà ottener l'intento, senza tema, che il canale si rialzi, e chiuda l'ingresso all'acqua del fiume dentro se stesso co' suoi interrimenti; e quando no; sarà d'uopo in vece del punto D cercarne un'altro, in cui ciò si ottenga. Dove è da avvertire, che siccome non tutti i punti del fiume soddisfanno a tal bisogno, così non si dee credere, che un solo ve ne abbia, che possa soddisfare, ma può avervene più d'uno, massimamente ove il fiume corra con diverse tortuosità, e però questo problema non è determinato, nè si può sciorre se non tentando se questo, o quel punto sia a proposito, e quando più d'uno se ne trovasse

differenza, quanto è il corpo di acqua, che si vuole nel canale. (2) Lo stesso metodo si dee adoprare, quando il canale debba servire ad uso di molini, o altre macchine idrauliche, con questa sola differenza, che in conto della caduta necessaria al canale, per non deporre la torbida, si dee porre anche quella, ch'è necessaria per gli edificj, o macchine predette: e nel resto servirsi della regola indicata di sopra. (3) Ma quando il canale sia destinato alle irrigazioni, si dee riflettere, che la di lui necessaria caduta non sarà uniforme in tutte le parti dell'alveo; ma bensì maggiore nelle parti inferiori, a cagione delle moltiplicate diramazioni di acqua, ch'escono per le chiaviche, che si trovano alle sponde del medesimo; e minore nelle superiori, come quelle, che portano

---

vasse, si dovrebbe presceglier quello, che più fosse opportuno, avuto riguardo e alla spesa, e al bisogno.

Se poi il punto del ritorno, o sbocco del canale D è dato, e si vuol cercare quanto convenga far' alta la chiusa nel punto A, parimente dato, per ottener l'intento della derivazione del canale senza interrimenti, allora avendo calcolato come sopra quanta sia la caduta necessaria al canale nella lunghezza destinatagli secondo la linea DA, e trovato parimente col calcolo, o piuttosto con immediate livellazioni la caduta del fondo del fiume dal punto A sopra lui medesimo nel punto D, se la prima di queste cadute eccederà la seconda, l'eccesso sarà l'altezza della chiusa cercata [avuto quì ancora riguardo alla situazione, che vuol darsi alla soglia dell'incile rispetto al piano superiore della chiusa] ma quando non la eccedesse, o pure ne mancasse, allora si potrà aver l'intento di derivare il canale senza alcuna chiusa, e occorrendo si potrà sostenere il fondo di esso canale o all'imboccatura, o in altro sito inferiore con una, o più traverse, affinchè non si sconcerti l'alveo del fiume, e dello stesso canale, e non si introduca in questo troppa acqua.

Il secondo caso è quando il fondo del canale, benchè debba portare da un capo all'altro sempre un medesimo corpo d'acqua, debba tuttavia restare interrotto con sostegni, che ne spezzino la pendenza, sia per agevolare la navigazione, o per dar caduta all'acqua ad uso di mulini, o altre macchine idrauliche, e allora basta solamente avvertire nel conto, che si fa della caduta totale, che è necessaria a tutta la lunghezza del canale per non interrire il suo fondo, di aggiugnervi quel di più, che importa la somma di tutti i sostentamenti, che occorre di fare del fondo predetto, e nel resto servirsi delle regole date nel primo caso, o sia, che si cerchi il punto dello sbocco del canale D, o l'altezza della chiusa in A.

Il terzo caso è finalmente quando dal canale si debba andar divertendo nel progresso del suo corso qualche quantità d'acqua, come ad uso di irrigazioni, di getti per fontane, di buonificazioni per alluvione, o simili, e allora dalla semplice notizia, che si suppone aversi di quanta debba essere la pendenza a miglio di un tal canale nel tratto, in cui l'acqua non è per anco diramata, non si può dedurre quella, che egli esigerà negli altri inferiori tratti di sotto alla diramazione, dovendo tal pendenza accrescersi di mano in mano a misura della minor quantità dell'acqua residua in canale; ma non essendovi alcuna regola per determinare la quantità di tali cangiamenti di pendenza, l'Autore rimette ciò all'estimazione dell'Architetto, la quale non meglio si può regolare, che con ciò, che mostra l'esperienza di altri simili canali. Dando dunque alla caduta, che sarebbe necessaria al canale nella sua lunghezza se portasse sempre l'istessa mole d'acqua, quel tanto d'accrescimento, che si può giudicare convenirgli per conto della diversione da farsene, si farà il rimanente come nel primo, e nel secondo caso.

tano maggior corpo di acqua; e perciò, in tal caso, di tanto dee accrescersi la caduta del canale, quanto si può credere, essere di bisogno in tali condizioni.

Quale sia la caduta necessaria ad un canale regolato, è difficile da determinarsi, a riguardo delle molte circostanze, dalle quali dipende simigliante determinazione: pure, *per non errare notabilmente, può l'architetto regolarsi coll'esempio di altri canali, simili a quello, che si vuol fare*, dei quali sia nota la caduta, e proporzionarla al medesimo (*a*); e se non si trovasse canale affatto simile, può prendersi norma da altri, o maggiori, o minori, sminuendo, o accrescendo la caduta colle dovute ponderazioni; e quando si prendesse errore di qualche oncia di caduta per miglio, o di più, o di meno, *se l'errore influisca in alzamento di fondo, si può tollerare*; perchè ordinariamente sono tanti, e tali i benefic j, che si ricavano dai canali regolati, che ponno ben soggiacere a qualche aggravio di annua spesa, per l'escavazione degl'interrimenti, che vi si facessero: ma *se l'errore* preso nella stima della caduta, *influisse in maggior profondamento di alveo, è facile il rimedio, o col sostentare il fondo di esso con una chiusa*, che può utilmente servire a qualche edificio; o con un sostegno all'imboccatura, o in altro luogo; *o pure con prolungare il canale* quel di più, che porterà il bisogno. *Quando* poi *le acque, che devono correre per lo canale, fossero chiare, allora ogni difetto di caduta è tollerabile*; perchè, attesa la lunghezza del tempo, nel quale succedono interrimenti nocivi, ogni picciola annua spesa basta, per mantenerlo scavato a sufficienza.

IV. Essendo il sito del fiume, nel quale è fabbricata la chiusa, ghiaroso, necessariamente dovrà la ghiara prolungarsi anco al di sotto della chiusa medesima, più, o meno, secondo le circostanze; e similmente dovrà entrare nel canale, dentro il quale richiederà cadute esorbitanti; perciò la quarta regola è, che *in tal caso è necessario l'uso dei paraporti di sopra descritti*, col beneficio dei quali si faccia rientrare nel fiume, dentro il minore spazio possibile, la ghiara entrata nel canale, come succede nel nostro canale di Reno, dentro il quale non si protrae la ghiara, che mezzo miglio, o poco più; abbenchè nell'alveo del fiume s'estenda al presente cinque miglia, e si estendesse, per lo passato, molto più: anzi si sarebbe potuto impedire, che la ghiara non occupasse tanto sito, dentro il canale predetto, se il luogo della situazione dei paraporti fosse stato meglio inteso; e se si facessero operare più frequen-

(*a*) La similitudine di que' canali, che si prendono per norma nel ricercare la pendenza necessaria a quello, che si tratta di derivare, dee consistere nell'uniformità di tutte le circostanze, ma sopra tutto di quelle della quantità del corpo d'acqua, e della qualità delle materie, che debbono entrar nel canale.

quentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio; dimanierachè potrebbe succedere, che dentro di detto sito (abbenchè il fondo sia ghiaroso) si conservasse però orizzontale; e perciò, mancando la caduta, è molto utile di fare il canale, per qualche tratto, contiguo, il più che si può, al labbro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può credersi necessario, avvertendo di non farli troppo lontani l' uno dall' altro, acciocchè l' operazione del secondo incominci, dove termina quella del primo; e ciò perchè, non potendosi i predetti paraporti tenere lungo tempo aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell' acqua necessaria, bisogna, che in poch' ore, che stiano aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane; siccome succedono maggiori, quanto più la soglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale.

V. Serva per quinta regola *l' osservazione da farsi, se il fiume dalla chiusa sino al sito dello sbocco, che si pensa dare al nuovo canale, conservi sempre la stessa caduta di fondo; o pure la varj per alcuna delle cause dette a suo luogo*; posciachè variandola, non basta fare la livellazione del fiume per un miglio, o due di lunghezza, ma bisogna compirla sino al sito accennato; nel che io consiglierei (come che si tratta di una operazione importante) a non fidarsi dei livelli materiali, i quali come in altro luogo si è avvertito, tutto che fabbricati con ogni possibile esattezza, ed adoperati con ogni immaginabile diligenza, sono soggetti ad errori esorbitanti, come apparirà a chi vorrà farne la prova (a), col ripetere più volte l' operazione medesima; ma bensì eleggerei di fare le livellazioni con acqua stagnante, il che, in molti luoghi, ed in opportuna stagione, è facile da farsi, valendosi dei fossi destinati allo scolo delle campagne &c.

VI. La sesta regola è: *Che per diminuire la necessità della caduta al canale, torna sempre il conto di mantenerlo ristretto il più, che sia possibile*: perchè maggior corpo di acqua contribuisce sempre a tenere più basso il fondo dell' alveo; e se non altro, ad impedire, che gl' interrimenti non si facciano così alti, nè con tanta sollecitudine, come per altro farebbero, se il canale avesse maggiore larghezza.

VII. La disposizione del piano di campagna, per lo quale si pretende di far correre il canale, ha molto luogo in questo particolare; perchè si danno dei casi, nei quali bisogna sostenerlo tutto sopra il piano di terra, con grave pericolo, e sconcerto; e degli altri, nei quali è d'

(a) Vedi ciò, che in questo proposito abbiamo detto nell' annotazione 4. del capo 11. c. 488.

è d' uopo fare delle escavazioni esorbitanti; e perciò bisogna regolare il tutto con un esatta livellazione dei siti, per li quali si pensa di condurre il canale. Generalmente però (e sarà la settima regola) *bisogna portare i canali regolati al lungo dell' inclinazione della campagna; non mai, o di rado, a traverso di essa*; perchè in tali siti la livellazione non regge; s' intersecano i condotti di scolo, e si ha bisogno di argini molto alti, per tenerli inalveati, oltre molti altri danni, che succedono in occasione di rotte, ec.

VIII. L' ottava, ed ultima regola sia quella di *non intromettere nel canale altre acque, se anch' esse non son regolate, e particolarmente, se portano sasso, o ghiara* (a); perchè simiglianti materie sconcertano dimolto la caduta del fondo, ed il più delle volte sono pregiudiciali al fine, per lo quale si fa la spesa della condotta del canale. Tali incontri debbono sfuggirsi; e quando non sia possibile, bisogna ricorrere al rimedio dei ponti canali, per mezzo dei quali riesce molte volte di portare simili corsi di acqua da un lato all' altro del canale regolato, al di sopra del pelo del medesimo. *Le fosse però di scolo, ed altre acque chiare, non possono nuocere, che per la soverchia abbondanza*; e perciò, quando si abbia sicurezza, che non riescano troppo copiose, non occorre prendersi gran cura, per impedir loro l' ingresso; ed in ogni caso *le botti sotterranee ponno servire per dar' esito alle medesime* sotto il fondo del canale, e sono praticabili, particolarmente in quei casi, nei quali piuttosto le predette fosse restassero impedite, dovendo entrare nel canale medesimo.

Da ciò, che fin' ora è stato diffusamente spiegato, può dedursi, quale sia il metodo da servirsi nella condotta di quei canali derivati, che più non rientrano nel fiume, che loro diede l' origine, ma devono metter foce, o in paludi, o in lagune, o simili; perchè *anche in questo caso, è necessario di regolarsi colla caduta, che si ha; con quella, che è necessaria alla condotta del canale; colla disposizione del piano di campagna ec.* Ed anche a questo caso ponno applicarsi i rimedj sopraccennati per render minore la necessità della caduta. In somma, fuori delle predette, non vi è altra regola di più, che di tenere la linea più

(a) Siccome le diramazioni dell' acqua da' canali regolati ponno fare, che questi ne' tratti inferiori esigano maggior pendenza, così può darsi, che l' introdurvi acqua d' altri canali diminuisca quella, che senza ciò sarebbe necessaria, onde, quando da tal' introduzione non possa nascere altro sconcerto, stimerei, che non si dovesse aborrire tal' unione di acque, anzi metterla in capitale per poter dare al canale tanto minor pendenza. Ben' è vero, che non occorre sperar un tale avvantaggio ove le acque introdottevi portassero seco sasso, o ghiaja, ma al contrario se ne potrebbe aspettare sommo pregiudicio, e impedimento a quel fine, a cui il canale è destinato.

breve, che si può, da un termine all'altro, per averne tutta la possibile caduta, che rade volte in fatti succede, che sia superiore al bisogno.

Le predette regole servono anche in caso di voler portare un canale derivato da un fiume, a sboccare in un'altro, il che molte volte accade, per facilitare il commercio con nuove navigazioni; ma in ciò si dee avvertire, ad oggetto di non fare proposizioni, che sieno affatto impossibili da riuscire, che *il canale derivato dee procedere dal fiume minore, ed avere lo sbocco nel maggiore*, e non mai al contrario; perchè, essendo il fondo del primo, in siti omologi, più alto di quello del secondo, non può riuscire, che l'acqua partita da questo possa aver'esito in quello; se pure ciò non sia in sito molto basso, e poco lontano dallo sbocco; si dee ancora avvertire, che *la caduta di detto canale non sia maggiore del bisogno, ed assolutamente minore di quella del fiume*; altrimenti, se non si hanno buone macchine regolatrici dell'introduzione dell'acqua, si corre pericolo, che il canale derivato, a poco a poco, tiri a se tutta l'acqua del fiume, e facciasi alveo del medesimo; il che alle volte può riuscire con utile, alle volte con danno.

Il mantenimento dei canali regolati, come si è detto di sopra, per lo più, dipende dall'opera degli uomini, rare volte dalle forze della natura; e perciò *non bisogna scordarsi, nè differire di far quello, che si sa per prova, essere necessario a tal fine*; poichè molte volte è succeduto di lasciar perdere canali utilissimi per mera trascuraggine, non avendosi voluto apporre i dovuti rimedj ai piccoli sconcerti, che resi poscia maggiori, hanno ricercate, per essere rimossi, spese tanto grandi, che hanno spaventati i popoli incapaci di farle; i quali perciò non volendo soggettarsi a spese eccessive, hanno eletto per lo meglio, di lasciare andare il canale a disposizione di natura. Per altro *sono i canali regolati, facili da maneggiare*, a cagione del poco corso, e del poco corpo d'acqua, che portano; al che succede, che facilmente si rimedia alle loro corrosioni, e si mantiene la dirittura dell'alveo, ec. cose, che difficilmente si ottengono nei fiumi più grandi, coi quali però hanno comuni le proprietà essenziali.

Gli usi, ai quali sono destinati i canali regolati, ponno essere diversi; poichè primieramente *servono a far muovere diversi edificj idraulici* (*a*), come sono mole da grano, valche, magli, ec. i quali tutti han-

(*a*) I canali regolati destinati a far muovere edificj di tal sorta sono quelli, che propriamente in Toscana chiamano *gore* nel tratto superiore all'edificio, solendosi dar nome di rifiuto al tratto inferiore dall'edificio in giù fino allo sbocco del canale nel suo recipiente. In due modi servono questi canali al loro uso. Il primo si pratica solamente in magrezza d'acqua del canale, cioè quando questa è sì scarsa, che lasciandola correre seguitamente non basterebbe a far mover le

hanno il loro primo moto da una ruota, fatta girare dall'acqua. In questi canali, perchè il corso dell'acqua per ordinario è debole, è necessario di sostentarla, e farle della caduta, dalla quale riceve poi impeto, e forza bastevole a fare il moto, che da essa si ricerca. Tale sostentamento si fa con piccole chiuse, dette ancora *stramazzi*, tant'alte sopra il piano del fondo inferiore del canale, quanto ricerca la caduta necessaria a far muovere l'edificio; sopra del piano, o soglia superiore di questi stramazzi, si collocano più portine di legno, divise l'una dall'altra con pilastri, che vi stanno di mezzo coi suoi correnti, o incastri, ai quali si adattano le portine predette, che si aprano, e serrano a modo di saracinesca. Aperta una di queste, dà l'esito sotto di se (cioè per lo vano, che resta tra la soglia dello stramazzo, e la parte inferiore di essa portina) all'acqua del canale, che s'introduce a correre per un altro canale di legno, dal quale viene portata alla ruota, che dà il moto a tutto il restante della macchina. Quanto è maggiore l'altezza dell'acqua sopra la soglia dello stramazzo, tanto maggiore è la velocità, colla quale ella esce dal vano delle portine; e tanto più si accresce, quanto più grande è la caduta del canale di legno, che la riceve; dimanierachè l'impeto, col quale è spinta la ruota, è per appunto quello (prescindendo dalle resistenze) che compete alla discesa dalla superficie dell'acqua sostenuta dalle portine, fino al luogo dell'applicazione dell'acqua alla ruota; sebbene poi la velocità, con che questa si muove, sia varia, secondo la quantità dell'acqua, che spin-

le ruote; e allora si costuma di fare un' adunata di tutta quella, che porta il canale per qualche lungo tempo, col tener chiuse tanto le portine, quanto i diversivi, e gli sfogatori del canale, fino, a che nella parte superiore alle portine ella si sia inalzata a quel segno, che aprendole possa bastare a dar moto alle ruote, e questo chiamasi macinare *a colta*, ovvero *a botte*. Allora, benchè aperte le portine debba a poco a poco andar calando la forza dell'acqua sopra le ruote a misura, che la superficie di essa si abbassa, nulladimeno ove il ristagno fatto si estenda nel canale per lungo tratto all'insù, non lascia di andar servendo per qualche considerabil tempo, dopo il quale conviene poi di nuovo chiudere gli sportelli, e fare un'altra raccolta d'acqua.

Nel tempo, in cui si fa il ristagnamento predetto, se l'acqua ha punto di materia atta a deporsi, ne seguono posature per tutto il tratto ristagnato, le quali benchè al riaprir le portine si sgombrino per quella parte, che corrisponde alla luce di esse fino ad una tal distanza dalle medesime, nulladimeno ne resta ristretto il canale, e in maggior distanza anche rialzato, onde viene a farsi meno capace il vaso per un'altra colta; e quindi è, che simile artificio, o non si vuol praticare, che in acque ben chiare, o porta seco la necessità d'andare espurgando a mano gl'interrimenti, al che tuttavia può supplire in parte il far correre di tempo in tempo l'acqua della colta non per le portine, ma per lo sfogatore, la cui soglia [posto, che non sia più alta del fondo del canale] è quella, che dà regola al detto fondo.

L'altro modo più ordinario in cui questi canali prestano il loro ufficio di mover ruote, è col loro corso seguito, regolato tuttavia dalle portine, e dagli sfogatori, e di questo solo parla l'Autore nel presente luogo.

spinge l' ala della ruota; secondo il modo dell' applicazione di quella a questa; e secondo la quantità della resistenza, che incontra; provenga ella, o dalla struttura, e condizioni della macchina, o dall' acqua del canale inferiore, che suole ostare al giro della ruota medesima. (a)

Ponno essere le predette portine, o una sola, o più; e ciò dipende dalla quantità d' acqua, che si ha nel canale, e dal numero degli edificj, che si hanno da muovere; e quando questi ricerchino tutta l' acqua, come che il corso di essa viene ad essere nelle parti vicine al fondo del canale, *poco moto si osserva nella di lui superficie*, che apparisce al senso, quasi stagnante; ma se con istromenti idonei si misurerà la velocità, si riscontrerà, quanto ella sia grande vicino al fondo del canale; *Nei luoghi* però *del medesimo*, che sono molto *al di sopra delle portine* predette, *si vede la superficie dell' acqua più veloce*, e si riscontra non essere tanta la differenza tra la velocità della superficie, e quella del fondo, finchè, *cessando gli effetti del ristagno fatto dalle portine, l' acqua corre con quelle regole, che sono proprie dei fiumi liberi*. Ma quando l' acqua sia più copiosa di quello, che può richiedere l' uso degli edificj, si ha necessità di avere dei *regolatori, o sfogatori*, i quali divertiscano l' acqua superflua: e ponno essere di due sorti, cioè, o alti a fior di acqua ordinaria, o paraporti. I primi hanno la soglia tanto alta, quanto basta per ritenere nel canale la quantità di acqua necessaria, e lasciano passare sopra di quella, la soprabbondante; questi *diversivi a fior di acqua* sono di uso facilissimo; *perchè sono sempre in opera, e preparati al loro*

(a) Una delle principali avvertenze, che si vuol' avere nel condurre i canali regolati, quando questi debbono servire a' mulini, o a simili ordigni, è che l' acqua del canal' inferiore all' edificio non osti colla sua altezza al roteggio, o sia coll' annegare i cucchiai, o ritrecini, su' quali cascando l' acqua fa girare il fuso, che da moto alla macchina, o sia nell' affogare le ale inferiori della ruota verticale, che gira per l' impulso fatto dall' acqua sopra una delle ale orizzontali, secondo, che coll' uno, o coll' altro di questi due artificj è fabbricato il mulino; il quale restando perciò o impedito, o ritardato nel suo movimento, dicesi *pescare*, o *guazzare*. Qual sia il segno, a cui alzandosi l' acqua nel canal' inferiore basta per impedir' il macinato in que' mulini, che quì chiamano *a pale* [cioè in quelli della seconda maniera delle due ora descritte] si dee dedurre dall' esperienza di altre simili macchine, avendo riguardo nel farne il confronto al più, o meno di caduta dal livello dell' acqua rialzata dalle portine fino al punto dell' ala, su cui la stessa acqua va a percuoter la ruota, alla maggiore, o minor lunghezza delle ale predette, al ricever' esse sopra di se più, o meno d' acqua, o all' incontrarne la cascata in sito più, o meno lontano dall' asse della ruota, alla struttura di questa più, o meno agevole al moto, e a diverse altre circostanze, essendo certo, che secondo la varietà di queste potranno le ale inferiori della ruota guazzare qualche poco nell' acqua senza pregiudicio della molitura. Ma negli altri mulini della prima maniera, basta, che l' acqua inferiore non affoghi il centro di percussione de' ritrecini, che disposti in giro orizzontale circondano il fuso, per assicurarsi, che il movimento non resti impedito.

ro ufficio ; ma per lo contrario, *non fanno, molte volte, tutto l' effetto, che si vorrebbe*, e niente contribuiscono a mantenere scavato il canale. Ma i *paraporti*, sebbene sono più difficili da maneggiare, ed addimandano maggior vigilanza, *fanno effetto più sensibile in regolar l' acqua a misura del bisogno, in caso di escrescenze ; e mantengono scavato il fondo al canale*, come si è detto di sopra, trattando dei medesimi. Accade sovente, che non si abbia luogo, dove smaltire l' acqua estratta dal canale ; e perciò è necessario, rimetterla dentro il medesimo, nella parte di sotto allo stramazzo, il che si fa ordinariamente in due maniere ; o con canali laterali, che dopo poco spazio si riunifcano al canale principale ; o pure facendo una porta grande, che stia in mezzo alle portine, provveduta al di sotto di un canale particolare, e proporzionato, che non abbia alcuna comunicazione con quelli delle portine, e che porti l' acqua, che riceve, al disotto dell' edificio, ed in luogo, che l' acqua uscita da esso, non dia impedimento veruno al moto delle ruote (*a*) ; e con tale avvertenza si dee pure procedere nell' eleggere il sito dell' ingresso del canale laterale del diversivo ; e perciò, *in caso, che lo stramazzo scarseggi di caduta, meglio riescono i diversivi laterali*, come quelli, che rendono l' acqua al canale in quella distanza, che si vuole, e che si trova non essere nociva.

Quando ad un' edificio si pensi farne succedere degli altri, che addimandino anche essi della caduta, bisogna prima riflettere, se la caduta del canale lo permetta ; posciachè, come si è detto di sopra, le cadute di tutti gli stramazzi prese insieme, non ponno eccedere quella, che è soprabbondante al canale, se pure non si pretendesse di sottometersi all' obbligo dell' escavazione. Coll' avvertenza a questa regola, *po-*

(*a*) Quando l' acqua uscita dallo sfogatore ricade nel canal' inferiore in luogo troppo vicino all' edificio del mulino, può dar' impedimento al moto delle ruote non pure colla sua altezza. ma eziandio coll' agitazione della superficie del canale cagionata dalla caduta fatta dallo stramazzo dello sfogatore, resistendo con tal' agitazione al libero giro delle ale inferiori della ruota, e perciò conviene tener lontano al possibile dal mulino il punto del ritorno delle acque dello sfogatore entro il canale.

Ma l' impedimento più ordinario, che sogliono soffrire i mulini dall' acqua del canal' inferiore, è quando essendo essi situati non lungi dallo sbocco del detto canale nel fiume, che ne è il recipiente, sopravvengono in questo le piene, o anco le mezze piene, talmente, che regurgitando nel canale ne sostengano l' acqua a maggior' altezza di quella, con cui correrebbe quella del solo canale. Allora se l' acqna immediatamente di sotto all' edificio può alzarsi tanto da impedir' il moto alle macchine, convien cessare dalla molitura, come pur converrebbe se il rigurgito si escludesse con chiavica apposta allo sbocco del canale nel fiume recipiente, onde non vi è altro rimedio, quando anche in tale stato si voglia poter macinare, che avervi riguardo da principio nel fissare i livelli dei centri delle ruote sulle quali dee piombar l' acqua delle portine, tenendoli a tal' altezza, che per tutta quella elevazione di acque,

to importa, se gli edificj siano o in poca, o in molta distanza, l' uno dall' altro, purchè le ruote del primo non risentano il ristagno fatto dalle portine del secondo; e tal riguardo ancora si dovrebbe avere, quando, mancando la caduta, si pensasse di mantenere basso il fondo del canale coll' escavarlo di tempo in tempo; ed allora sarà venuto il caso d' intraprendere ciò, quando l' elevazione del fondo sarà fatta tale, che cagioni tanto di altezza di acqua nel canale inferiore, che cominci a pregiudicare al moto delle ruote dell' edificio superiore; poichè *l' interrimento di un canale, in caso simile, mai non apporta danno all' edificio inferiore, ma solo a quello, che immediatamente gli sta al di sopra*.

Il secondo beneficio, che si ritrae da questi canali, è quello delle navigazioni. Richiedesi a questo fine tant' altezza di acqua, che basti almeno a sostentare le barche, dimanierachè, essendo cariche, non tocchino il fondo; e tanta larghezza, che possano comodamente darsi luogo, nell' incontrarsi, due barche; quindi è, che secondo la qualità di queste, addimandano maggiore, o minor corpo d' acqua i canali navigabili; o pure (che è il più facile, e consueto) bisogna proporzionare la qualità, e grandezza delle barche all' altezza di acqua, ed alla larghezza d' alveo. Ma perchè molte volte, dando la larghezza necessaria al canale, riesce l' altezza dell' acqua così scarsa, che si rende incapace di portar le barche, che si vorrebbero adoperare; perciò è necessario di provvedere coll' arte a questo difetto, trattenendo l' acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo sino a quel segno, che può soddisfare al bisogno; quindi è, che *con debolissimi corsi di acqua si ponno fare canali navigabili da ogni sorte di barche*. Non basta, però, dare corpo all' acqua con trattenerla, se nello stesso tempo non si provvede al tran-

acque, che possa succedere immediatamente di sotto al mulino, vi resti assai di franco da non pregiudicare al moto; e però in tal caso si dee prender notizia del segno, a cui si ponno alzar le acque del recipiente nelle sue escrescenze al punto dello sbocco da darsi al canale, e riflettere alla quantità dell' acqua di esso canale, alla sua larghezza nella parte inferiore al mulino, e alla distanza di questo dallo sbocco, ricordandosi tuttavia, che (secondo le cose dette all' annotazione 3. del capo 10. c. 460.) nel tratto soggetto al rigurgito l' acqua del canale non farà inclinarne la superficie, che assai meno di quello, che penderebbe, se il canale corresse libero; onde la superficie predetta immediatamente di sotto al mulino non potrà riuscir' alta di molto sopra il livello della piena del recipiente, e tanto meno quanto lo sbocco sarà più vicino. Dal livello, a cui si saranno collocate le ruote dipende quello delle soglie delle portine, e di quella dello stramazzo del regolatore, che dee serbare una ragionevol distanza dalle portine suddette, onde può darsi caso, che la caduta del canale dalla sua origine fino allo sbocco, la quale per altro a solo riguardo del fondo di esso, e dello stramazzo da farvisi, sarebbe bastevole, divenga difettosa di sopra allo stramazzo a riguardo di sfuggire l' impedimento predetto del rigurgito, quando si voglia macinare in ogni stato del recipiente; e che però convenga tenere alta di vantaggio la soglia dell' incile, e per conseguente la chiusa, da cui il canale prende origine.

transito delle barche, che per altro resterebbe interrotto dagli ostacoli, opposti al corso del canale per elevarlo di superficie. Ciò s'ottiene col fare, che gli ostacoli possano rimuoversi a piacimento, e la maniera più praticabile è quella dei *sostegni*, che sono una specie di cateratte artificiali.

Sono composti i detti sostegni di due ordini di porte (*Vedi la Fig. 59. Tav. XVI.*) (*a*), ognuno dei quali serra attraverso tutto il

Kk 4 ca-

(*a*) La Fig. 59. mostra in Prospetto il Sostegno del Battiferro posto sul Canale di Reno, lontano da Bologna un miglio. ABCK; Canale superiore, nel quale si osserva lo sfogatore K, a fior d'acqua, che scarica una parte dell'acqua soprabbondante. BC; le due Porte superiori. DE; le due Porte inferiori, le quali, come anco le predette, serrate che siano, fanno angolo contro il corso dell'acqua. H; parte interiore del sostegno, dentro la quale dimorano le Barche, fin tanto, che l'acqua, o si alzi al livello del Canale superiore, o si abbassi a quello del Canale inferiore. GF; Parte destra del Sostegno, la quale si è delineata più bassa di quello sia in fatto, acciò possa vedersi quella, che gli è opposta. L; Arco inferiore di un Paraporto, che serve sì per iscaricar l'acqua superflua, come per mantenere scavato il fondo al Canale superiore. I; Canale inferiore al Sostegno.

* Si è creduto proprio apporre in questa Tavola per maggior chiarezza la Pianta d'un Sostegno. ABCD chiamasi vaso delle Porte, che ordinariamente si fa di pietre colle pareti diritte, e parallele ne' fiumi piccoli, e per piccole barche, o alquanto arcate, o finalmente come dimostra la figura, e sempre con buone ale; CF, BF le porte superiori che si chiudono in angolo, perchè possano resister più al peso dell'acqua superiore; DE, AE son le porte inferiori, che anche esse si chiudono in angolo, mentre aperte che sieno le superiori, debbono sostenere il peso dell'acqua come le prime; qualche volta però possono anche chiudersi queste in linea retta, ma in tal caso la porta è una sola piantata in D, o in A, e tanto larga, che arrivi col suo battente nell'opposto gargame, che anderà lasciato nelle muraglie, onde chiudasi perfettamente il varco all'acque; DCBA vien detta propriamente la conca formata da' muri laterali DC, AB, che dovranno, come il rimanente della fabbrica, esser piantati alla maggior possibile profondità sopra teste di frequentissimi pali, se il terreno mostra d'avere del cuoroso: La soglia di CFB deve esser formata un piede in circa più alta della platea di fuori e superiore CVBL, ma di livello in circa coll'interiore del vaso, e la soglia di DA si farà pure un piede in circa più alta della platea medesima del vaso, ed a tal livello si farà pure la inferiore HDAI, e ciò perchè le Porte trovino, onde appoggiarsi nel fondo chiuse che siano, dovendo a tal oggetto esse soglie formarsi angolari come CFB. Vi si formano parimente le ale di muro BL, CV; AI, DH, da farsi o in questa, o in altra più congrua forma. Ma perchè queste Porte, o Sostegni rostano, e serrano perfettamente il fiume, se questi ha incessante sopravvegnente, si dovrà lateralmente, perchè non inondi, quanto più si può lontano da' muri della fabbrica per evitare i pregiudizj alla medesima, introdurre il diversivo GMNK di quell'ampiezza e profondità, che il calcolo dimostrerà. E' utile ancora fare nelle laterali muraglie poco sopra alle porte i rigami per ricevere una pianconata, o travata da porvisi in caso che si debba mettere in asciutto il vaso del sostegno per resarcirlo. Le Porte de' sostegni debbono esser formate di ottimo legname, quercia, castagno, o larice, ben ordite con travi, come in ABCD, che rappresenta la parte di dietro riguardante la conca nella superiore, ed il fiume nell'inferiore dalla parte di sotto di essa conca, ma *abcd* rappresenta la parte della Porta, che ha da sostenere la corrente del fiume, o per meglio dire, il peso; vale a dire ABCD ha da restare dalla parte verso l'acqua inferiore, e fuori e dentro della conca, ed *abcd* ha da esser volta all'acqua superiore, e perchè chiusa che sia una delle Porte del sostegno, conviene prima di aprirle, e dar il passaggio alle barche, che la conca si empia di acqua, però in esse Porte vengono introdotti i portelli G, H, *g*, *h*, ed i suoi otturatoj I, K, raccomandati alla verga di ferro o di legno *e*I, *f*K, che mediante i manubrj E, F, *e*, *f*, ed il rincontro de' denti della ruota dentata, facilmente si alzano ed abbassano, chiudendosi, ed aprendosi secondo il bisogno. Se le Porte sono divise in due parti baste-

canale, e sono distanti, l'uno dall'altro, quanto basta per dar luogo libero, nel sito di mezzo, ad una, o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza di esse; essendo chiuse le porte superiori, l'acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno, che si desidera, ed al di sotto resta bassa, più, o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando, aperte che siano le porte superiori, restano chiuse le inferiori, dimodochè nel sito compreso fra i due ordini di porte (che dee essere fortificato di muro) l'acqua, ora si trova alta, ora bassa, (a) con quella differenza fra l'altezza, e la bassezza, che porta la caduta del sostegno. Da ciò deriva, che entrata, che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori, (il che porta per necessità, che il pelo dell'acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore) si ponno dipoi chiudere le porte di sopra, impedendo l'afflusso di nuova acqua nel sostegno medesimo: indi scaricando regolatamente l'acqua racchiusa fra le porte, si viene a poco a poco ad abbassare il di lei pelo, sino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore; ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire il suo viaggio. In modo contrario si da il passo dalla parte inferiore del canale alla superiore; posciachè introdotta la barca nel sostegno, trova in esso il pelo dell'acqua assai basso, come che le porte superiori impediscono, che l'acqua del canale più alto non vi entri:

basterà un portello per ciascheduna; se poi la Porta non è divisa, come denotasi nella figura, se ne introdurranno due, acciocchè si abbia e nell'uno e nell'altro modo la facilità necessaria per empire, e vuotare il vaso o conca, e lasciare più spedita la navigazione. Quando la conca è grande, e molta l'altezza dell'acqua sostenuta, allora oltre i predetti portelli, si può introdurne un terzo nella grossezza delle muraglie, perchè con maggiore prontezza si possa empiere il vaso; ma è da avvertirsi, che sia ben assicurato, mentre il gran corso che concepisce l'acqua lo può di leggieri danneggiare con pericolo di far rovinare il sostegno. Tal foro, quando vi sia, non si dovrà aprire, quando la conca sia ancora con poc'acqua, bensì solamente allora, che si trova oltre della metà ripiena, levandosi con ciò di molto la forza dell'acqua uscente, e togliendosi il pericolo che non resti l'edificio in alcuna sua parte sconcertato. Alle Porte del Dolo, posto sopra la Brenta, si trova un foro dalla parte destra superiore all'entrare, e chiamasi il *Vampadore*, che viene aperto con le leggi antedette, così ricercandolo l'ampiezza ed altezza di quella notabile fabbrica; ed a motivo, che il gran corso dell'acqua non danneggiasse la platea del sostegno, è stato usato dalla cognizione dell'Architetto che lo piantò, poco prima del 1534. un ottimo ripiego, e fu, di far bensì entrar l'acqua per un solo foro, ma di allargarlo poi nell'interno de' muraglioni in un spazioso condotto, e farlo uscire nella conca o vaso diviso in cinque fori costrutti di marmo, di larghezza un piede e mezzo per ciascheduno, onde l'acqua entra nella platea nè meno con la quarta parte della velocità, con cui si caccia per la bocca del *Vampadore*.

Vien finalmente dimostrato un sostegno a più ordini per uso di fare scendere, e salire le barche su qualche gran cascata, che si trovi in un canale.

(a) Per caduta del sostegno s'intende quì l'altezza del pelo d'acqua del canal superiore sopra il pelo d'acqua dell'inferiore, o sia il fondo dell'uno, e dell'altro canale tutto in un piano, o in diversi piani, giacchè nell'uno, e nell'altro modo si ponno fare i sostegni, come l'Autore dichiara più sotto nel §. *Deesi*.

tri: chiuse poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuov' acqua nel sostegno, questa a poco a poco va elevandosi di superficie, e solleva la barca, finchè equilibratosi il pelo del sostegno con quello del canale di sopra, si aprono le porte, e la barca, uscendo dal sostegno ripiglia il suo cammino.

Nell' empiere, e votare i sostegni si osservano diverse particolarità rimarcabili; poichè *nell' empierli si vede un continuo bollimento di acqua, composto di vortici di ogni sorte*, il quale scuote molte volte la barca, e la aggirerebbe, se non fosse legata a qualche luogo stabile: ciò procede dalle diverse riflessioni, che patisce l' acqua dalle sponde del sostegno, e dalle porte inferiori, siccome ancora dai risalti, che fa dal fondo alla superficie. Questi moti sono maggiori, e più evidenti, quanto maggiore è la caduta del sostegno; e perciò anche sul principio del riempiersi, si osservano maggiori, e più patentemente, e poi vanno scemandosi gradatamente, finchè empiuto affatto il sostegno, terminano in una placidissima quiete. Parimente si osserva, che *prima, che l' acqua del sostegno arrivi col suo pelo a livello di quella del fondo del canale superiore; o pure a livello del fondo dello sfogatore*, che dà l' acqua al sostegno medesimo, *il riempimento si fa sempre con eguale celerità; ma dopo, questa comincia a scemare, e sempre più, quanto minore si rende la differenza dei peli di acqua*. Questo effetto nasce dalla velocità dell' acqua, che, prima essendo uniforme, e scorrendo sempre per la stessa apertura, porta nel sostegno in tempi uguali, quantità uguali di acque; ma poscia trovando il contrasto dell' acqua nel sostegno, comincia a sminuirsi, e la velocità, e la copia dell' acqua; e perciò in tempo uguale non può fare l' alzamento di prima. Per questa stessa ragione, in alcuni casi, ad effetto di non dare scuotimenti violenti alle barche, sul principio del riempimento, si da minore apertura all' acqua, ch' entra nel sostegno, ma verso il fine si accresce; perchè allora essendo minore il di lei impeto, non può cagionare moti dannosi, come farebbe nel principio, quando la medesima vi entra con più velocità.

Nel votarsi poi dei sostegni si vede tutto il contrario; perchè *sul principio gli abbassamenti dell' acqua sono maggiori, che nel fine*; e ciò nasce dall' altezza di essa, che quanto è maggiore, cagiona più velocità in quella, che esce, secondo la proporzione medesima, colla quale si vota un vaso pieno di acqua, come è stato dimostrato dal Torricelli, e da altri. E perchè il votarsi di un sostegno, altera poco il pelo dell' acqua del canale inferiore, e perciò la di lui acqua non apporta impedimento di considerazione a quella, che esce; ne nasce, che, *più presto voterassi un sostegno di quello, che si empia; e tanto maggiore sarà la differenza del tempo, quanto il fondo del canale superiore sarà più alto del*

del pelo dell' acqua ordinaria del sostegno, come renderassi manifesto dal considerare, che (*a*) l'altezza, la quale dà la velocità all' uscita, è uguale alla caduta del sostegno; ma quella, che rende l' acqua veloce nell'entrare, è tanto minore della predetta, di quanto importa l'alzamento del fondo del canale superiore sopra il pelo di acqua dell' inferiore. In fine *l' acqua nell' uscire dal sostegno non fa in esso, quei moti sregolati, che cagiona nell' entrare*; ma bensì nel canale inferiore, abbenchè a causa dello sfogo, che dà loro il canale, siano di gran lunga meno rimarcabili degli altri.

Siccome *deono avere i sostegni un' acqua regolata*, altrimenti correrebbero rischio di essere in breve rovesciati dall' impeto delle piene, e sarebbero incomodi al transito delle barche; così *hanno bisogno di diversivi, e di sfogatori*, che rimuovano la superflua, anzi l' ordinaria, quale non dee mai avere esito per lo sostegno, che in tempo di bisogno; ma bensì essere sostentata in modo, che il tratto superiore del canale abbia acqua abbondante per l' uso della navigazione; e perciò dee essa star sempre appoggiata all' uno, o all' altro ordine di porte del sostegno. Queste diversioni di acqua utilmente si adoprano a far muovere diverse macchine; e perciò cadono sotto le considerazioni già fatte.

Deesi ben' avvertire, che diminuendosi, per cagione del sostentarsi dell' acqua, il corso alla medesima, qualvolta questa sia torbida, succedono degli *interrimenti di fondo*; che però *si tolgono almeno in gran parte coll' aprire, di quando in quando, le porte dei sostegni*, o paraporti, che vi si trovano, e fare, che la velocità del corso dell' acqua in quel tempo escavi il canale, fino alla soglia delle porte superiori, o del paraporto; la quale escavazione viene molto facilitata dalla copia dell' acqua trattenuta, di gran lunga maggiore di quella; che avrebbesi, se il canale fosse aperto, essendo quest' effetto simile a quello, che fanno i rigurgiti del mare negli alvei dei fiumi, che vi sboccano immediatamente. *Giova* anche *molto al fine medesimo il moto delle barche*, che nel loro passaggio agitano l' acqua, e la rendono più veloce, particolarmente nelle parti inferiori, e quando sono tirate contro il di lei corso; al che succede, che staccata l' arena dal fondo, a poco a poco viene spinta all' ingiù, e finalmente portata al suo termine. Se il sostegno non avrà le soglie più alte del fondo stabilito del canale, egli è evi-

(*a*) Si suppone in questo luogo, che il fondo del canal superiore non sia in un medesimo piano colla platea di muro, che costituisce il fondo del vaso del sostegno, ed è eguale al fondo del canal' inferiore, ma più alto della detta platea, e regolato a tal' altezza mediante una soglia, sulla quale posano le porte dell' ordine superiore, siccome quelle dell' inferiore posano sulla detta platea all' uscir del vaso del sostegno; e si suppone in oltre, che la soglia predetta, o sia il fondo del canal superiore sia più alto del pelo dell' inferiore. Ciò posto ha luogo la considerazione, che egli quì porta.

è evidente, che *la sola apertura delle porte di quello, in tempo di acqua grossa, è bastante per espurgarlo da tutti gl' interrimenti*, succeduti nel tempo, che esse sono state chiuse; perchè siccome, libero che fosse il canale, non interrirebbe se medesimo, così quando sia interrito, è valevole senz'alcun' ajuto esteriore a ristabilirsi sul suo fondo primiero; e non vi ha dubbio, che dopo aperte le porte del sostegno, il medesimo canale non sia constituito in istato d' intera libertà; quindi è, che *non occorre mai, con soglie attraverso il canale, fare elevare il fondo dello stesso, se non si ha caduta soprabbondante*; ma basta, in caso di avere per appunto la sufficiente, o pure qualche poco deficiente, fare il predetto doppio ordine di porte, tutte dell'altezza medesima, e situare le soglie di queste, e di quelle al piano del fondo del canale. Per altro, *quando l' escavazione del canale interrito non possa ottenersi coll' apertura*, più volte replicata, *delle porte* ultimamente descritte, *converrà ricorrere all'escavazione manufatta*, che è l'unico rimedio in que'casi, ne'quali la natura ricusa di cooperare al nostro fine.

Giacchè la materia ha portato di avere a discorrere delle navigazioni, non sarà fuori di proposito d'indicare quì brevemente i mezzi, coi quali si rendono navigabili i fiumi. Tutto ciò, che impedisce, che un fiume non sia navigabile, o appartiene all'alveo, o all'acqua, che scorre per esso. Gl' impedimenti alla navigazione, che derivano dall' alveo, sono (1) *Gl'interrompimenti del medesimo*, come sono le cateratte, la copia dei sassi, particolarmente di mole smisurata &c. (2) *La soverchia larghezza del letto occupato dall'acqua nella sua mediocrità*, la quale fa, che non si possa avere la necessaria altezza del corpo di questa. (3) *Gli scogli, che si alzano dal fondo dell'alveo*. (4) *I vortici*, particolarmente quelli, che per qualche apertura esistente nel fondo, ingoiano l'acqua, e con essa molte volte le cose, che sopra di essa galleggiano. (5) *La soverchia angustia delle tortuosità*, che non permette, che le barche si voltino con facilità, e fa, che difficilmente siano tirate contr' acqua. (6) *Il difetto delle sponde*, o troppo alte, e scoscese, sicchè non lascino il luogo conveniente agli animali, che deono tirare le barche al contrario del corso del fiume; o troppo basse, dimodochè siano sormontate da ogni escrescenza di acqua, che le renda pantanose, ed impossibili a praticarsi; o troppo distanti dal filone del fiume, dimanierachè da esse non si possa ricevere ajuto alcuno in caso di bisogno &c.

Di questi però, alcuni sono rimediabili, altri no. Poichè le cateratte, se sono artificiali, ponno avere altr' uso più importante, che di rendere navigabile il fiume; e se sono naturali, e il fiume perenne, o sono impossibili da rimuoversi, o troppo dannoso sarebbe l' effetto, che ne fosse per seguire, atteso il profondamento, che si farebbe nell' al-

alveo del fiume superiore ad esse; quando però fosse possibile, ed il sito lo permettesse; *si potrebbe derivare un canale dall' alveo superiore, e portarlo a sboccare nell' inferiore, facendo in esso* quel numero di *sostegni*, che bisognasse, per fare ascendere le barche dall' alveo di sotto a quello di sopra, ed al contrario: in somma far conto, che la cateratta fosse il diversivo di un sostegno. *I sassi grossi*, che si trovano negli alvei dei fiumi, e che col loro ostacolo impediscono il transito alle barche, *ponno levarsi, o rompersi*, qualvolta però sia da sperarsi, che levati essi, non ve ne rientrino degli altri simili; e perciò, quando la qualità dei sassi portati dai torrenti ordinariamente nell' alveo del fiume, è quella, che toglie al medesimo la navigazione, è altresì vana ogni opera per levarli, se non si divertono i torrenti, il che più volte riesce impossibile.

Alla soverchia larghezza dell' alveo si rimedia, *col tenere ristretta l'acqua*, o con lavorieri alle ripe, che producano delle alluvioni, e che vogliono essere proporzionati al fiume, ed al sito, nel quale si hanno da fare; o se la larghezza dipendesse dalla qualità del fondo difficile da escavarsi, col procurare di fare coll'arte, e coll' opera manuale, quello, che non può fare il fiume da se; o pure col fargli mutar corso, e condurlo a scorrere per luoghi, nei quali sia più facile da mantenersi ristretto. Si dee però avvertire, che i fiumi hanno la loro larghezza determinata dalla natura, la quale, solo con violenza, può sminuirsi; ma in questo caso bisogna riflettere, se il fiume conservi la stessa soverchia larghezza in tutti i siti; o pure, se tale larghezza è in un luogo solo: se questo sia, è parimente segno, che l' alveo troppo dilatato, è effetto di cause accidentali, che ponno superarsi; ma *se la larghezza sia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da essa, ma dalla scarsezza dell' acqua* (a); e quando pure il medesimo difetto volesse superarsi, bisognerebbe prepararsi a fare un continuo sforzo alla natura; o pure valersi dell' acqua, che si ha, introducendola in un canale regolato, per lo quale potesse avere, ridotta in alveo più angusto, un' altezza necessaria al bisogno.

Gli scogli, che si alzano dal fondo dell' alveo, *se restano sempre coperti dall' acqua, sono difficili da levarsi*; pure non è impossibile, e in ciò

(a) Quì *in tutti i luoghi* si dee intendere per tutto quel tratto, per cui si mantiene la medesima qualità del fondo difficile ad abbassarsi con ulteriore escavazione, e perciò attribuisce in tal caso l' Autore la larghezza del fiume alla scarsezza dell' acqua, in quanto non avendo questa assai di forza per rodere il fondo ma avendola per dilatarsi alle sponde, come meno resistenti, troppo più guadagni in larghezza di quel, che farebbe se portando il fiume maggior quantità d' acqua esercitasse contra il fondo maggior forza.

ciò si ricerca il giudicio di chi ha da operarvi; ma *se* alle volte *si scoprono in acqua bassa, ponno spezzarsi*, o collo scarpello, o con mine fattevi dentro; ma rare volte, se non sono bene spessi, impediscono, che un fiume non sia navigabile, bensì lo rendono pericoloso in certa altezza di acqua.

I vortici, se sono *ciechi*, *si tolgono colla rimozione delle cause, che li producono*, le quali sempre stanno alle sponde, qualche volta nel fondo degli alvei; e perciò chi ben' intenderà le cagioni di essi, facilmente comprenderà, come si possa loro provvedere; rade volte però sono questi pericolosi. Ma *le voragini, che ingojano l' acqua, non hanno rimedio alcuno; solo*, se fosse praticabile, *si potrebbe derivare un canale, che uscisse dal fiume al di sopra, e rientrasse al di sotto della voragine medesima*. La qualità di questo pericolo non si può diffinire, che dall' esempio, che hanno dato agli altri, i più incauti, e i più temerarj, siccome in molti casi l' esperienza insegna, quale sia la strada, che debba tenersi per issuggirne il pericolo.

All' angustia delle tortuosità si rimedia in quelle stesse maniere, che si praticano per le corrosioni; e perciò, quando riesca inutile ogni altro tentativo, si ponno fare dei tagli, e con essi raddirizzare il corso del fiume.

Perchè le barche vadano a seconda del fiume, poca, o niuna considerazione si dee avere alla qualità delle sponde; ma se deono tornare indietro contr' acqua, e se la forza del vento non è bastante a spingervele, bisogna adoprare cavalli, o altri animali, che colla loro forza superino quella della corrente; perciò *bisogna, che per questi sia preparata una strada*, il più che sia possibile, facile, che nei fiumi arginati suol' essere sopra gli argini, e sul labbro delle golene; e nei disarginati, in tempo di acqua bassa, per le ghiare; ed in tempo di piena per le ripe dei fiumi medesimi. Quindi è, che i siti di queste strade deono essere liberi, e senza arbori dalla parte del fiume, e tanto alte, che l' acqua del fiume non v' arrivi, ma poco di più; e di buon fondo, perchè gli animali predetti non vi s' impantanino. Perciò, *se un fiume avrà le sponde scoscese*, come se fossero di sasso, *e troppo alte, non sarà navigabile, quando dentro del dirupo non si tagli una strada proporzionata*, bassa quanto basta per non avere una tirata troppo obliqua; e tanto alta, che non sia bagnata dal fiume; e quando le medesime fossero pantanose, perchè il fiume le sormontasse; bisognerebbe alzarle a modo d' argini, e in questa maniera renderle più asciutte: finalmente, se fossero troppo lontane dal filone, come quando i fiumi di gran larghezza nelle piene, sono assai magri d' acqua, e questa si spinge col corso, ora a una ripa, ora all' altra; bisogna assodare una strada temporanea-

poranea per le spiagge del fondo dell' alveo, e praticare questa, nella maniera, che si può.

Gl' impedimenti delle navigazioni, che appartengono all' acqua, la quale scorre per li fiumi, che si vorrebbero rendere navigabili, sono questi. (1) *La scarsezza dell' acqua medesima*. (2) *La di lei soverchia velocità*. (3) *Il camminare ella senza regola*. La scarsezza non è rimediabile per altra strada, che con accrescerla mediante l' unione di più fiumi in un sol' alveo; e con acquistare dei rigurgiti, o dal mare, o da' fiumi reali. Alcuni fiumi, che entrano nell' Oceano, non sarebbero navigabili, se dovesse servire alla navigazione la poca acqua, che portano; ma perchè assorbiscono nei flussi un ristagno di acque marine, in alcuni luoghi di trenta, e più piedi d' altezza, si rendono con tal mezzo capaci di portar barche grossissime. Nella stessa maniera i fiumi tributarj, che sboccano nei reali, sono navigabili per qualche tratto coll' acqua, che ricevono di rigurgito da questi; oltre il quale alle volte non sono atti a portare un picciolo battelletto, tanto poca è l' acqua, che hanno. Per questa ragione pochi sono i fiumi dell' Italia, che siano navigabili; perchè essendo di breve corso, hanno poc' acqua, e per conseguenza gran declività di fondo; ed entrando, o nel Golfo Adriatico, o nel Mediterraneo (mari, che hanno poco flusso, e riflusso) non godono del beneficio del rigurgito delle acque marine; *L' unico rifugio* adunque *in caso di scarsezza di acqua, è quello di cavarla dal fiume, e d' introdurla in un canale regolato*, che cogli artificj sopra descritti, può rendersi idoneo a qualunque sorte di navigazione.

La velocità dell' acqua dei fiumi, anch' essa ricusa ogni sorte di rimedio; se non è quello di *superarne la violenza del corso a forza di animali, che tirino le barche*: dipende la velocità in casi simili, come si è detto, dall' inclinazione degli alvei, la quale, come determinata che è dalla natura, è insuperabile: l' arte di navigare all' ingiù fiumi, anche velocissimi (abbenchè pieni di scogli, e di correntie impetuosissime) è arrivata a tal segno, che si può dire avere toccati i limiti della temerità; ma quella di navigare allo incontro dei medesimi corsi, non oltrepassa il segno di valersi della forza degli animali; e quando questa non basta, non arriva ella più oltre. Perciò alcuni fiumi sono bene navigabili, ed altri potrebbero rendersi tali, quasi dalla loro prima origine sino allo sbocco nel mare; ma il navigarli al contrario riesce impossibile, se non dentro uno spazio determinato, nel quale le declività degli alvei non sono eccessivamente grandi, e ciò qualunque sia il corpo di acqua, che portano.

Il *divagare delle acque*, o sia il correre senza regola, *è un difetto il più facile da correggere di ogni altro*. Non è altro questo corso sregola-

golato, che l'uscire, che fa l'acqua dal proprio alveo, dentro il quale correva ristretta, e dividersi in più piccioli rami, ed in fine espandersi, o in una campagna, o in una palude, o in una laguna &c. a cagione della quale diramazione, ed espansione, non ritiene più quell'altezza di corpo, che è necessaria a reggere le navi: a ciò si può rimediare in diverse maniere; posciachè, se nel sito dell'espansione si trova terra da fare argini, basta chiudere i rami superflui, ed obbligare l'acqua a correre per un solo, dentro il quale avrà altezza maggiore; ed arginare le sponde di detto alveo, acciò il fiume non le sormonti; se però ciò solamente succedesse in tempo di piena, e che l'acqua ordinaria, correndo inalveata, bastasse alla navigazione, non occorrerebbe per questo fine fabbricare argine alcuno. Ma mancando la terra per la formazione dell'alveo predetto, si può con pali piantati, ed intrecciati di rami di arbori flessibili, racchiudere da una banda, e dall'altra, un sito eguale a un dipresso a quello, che occuperebbe l'alveo formato che fosse colle alluvioni, e introdurvi a sboccare dentro il fiume, il quale, se sarà torbido, potrà col tempo, e col mezzo delle deposizioni stabilirsi, per la strada medesima, l'alveo. Bisogna però procurare di secondare con questa operazione l'inclinazione del fiume; altrimenti, si gitterà la spesa senza ottenere il fine desiderato. Serve ancora al medesimo fine, o l'escavare il fondo della palude, o il togliere gl'impedimenti al corso; perchè il fiume s'inalveerà per quel sito, nel quale troverà dei concavi continuati, e nel quale incontrerà minori impedimenti, oltre che ciò è necessario per dare il corpo di acqua, e l'adito necessario alle barche: diverse altre circostanze ponno suggerire rimedj di altra natura, che lasceremo scegliere al giudicio dell'architetto.

Ma egli è oramai tempo di ritornare su la materia di questo capitolo, e di riassumere la considerazione degli usi, dei canali regolati; il terzo dei quali è, di *distribuire le acque per le irrigazioni, e per altri comodi*, che ne ricavano quelli, che se ne servono. Per condurre con buon metodo, da un luogo all'altro, canali di tal natura, si debbono osservare due regole, la prima delle quali è, che *il canale sia costituito in luogo alto*, se pure non si vuole cavare l'acqua da esso col mezzo di macchine; e perciò si dee formargli l'alveo, non all'uso degli scoli, nel sito più basso delle campagne, nè al lungo della loro pendenza, ma bensì in piani sufficientemente elevati, e piuttosto attraverso delle campagne; e perciò quelli, che sono destinati a questo fine nei nostri paesi, per lo più costeggiano le falde delle montagne, poco importando, che ad oggetto di portarli da un luogo all'altro, si richiedano arginature molte volte assai alte. Anche però *nella condotta di questi canali*

nali si deono osservare le cadute, e la disposizione del piano di campagna, per non dare in isconcerti grandi, che tolgono la durabilità all' operazione; e perciò è bene (e sarà l'altra regola) che *il pelo dell' acqua di uno di questi canali si elevi poco, sopra la superficie della terra*, o almeno non abbia il fondo più alto della medesima, almeno dalla parte di sopra; altrimenti le sorgive, e l'intersecazione degli scoli faranno dei danni. Io ho osservato in molti di questi canali, che traversano le campagne, come nel nostro canale di Reno, e in quello, che viene da Savena, l'uno, e l' altro dei quali entrano in Bologna; nel naviglio di Milano; ed in quello, per lo quale da Padova si passa a Monselice, che la loro ripa dalla parte della montagna, o non ha bisogno di argini, o pure questi sono bassissimi; ma dalla parte opposta, in molti luoghi conviene sostentar tutta l'acqua a forza di argini, e non ho saputo comprendere, se ciò dipenda dall' avvertenza degli architetti, che prima li disegnarono; o pure dalla natura, che col tempo abbia proporzionato il sito al bisogno del canale. Io credo però più facilmente quest' ultimo; perche supposto, che sul principio sia un canale munito di argini dall' una, e dall' altra parte, egli è certo, che accadendo rotte, o espansioni dalla parte di sopra, si deono fare delle alluvioni nei siti bassi, ed (allargandosi le acque in poco sito, e non avendo altro esito, che nel canale medesimo) molto più alte di quello, che possano essere, succedendo rotte negli argini del medesimo canale, che risguardano la pianura, dalla qual parte, l'acqua uscita dalla rotta, s' espande in maggior latitudine, e fa le alluvioni di gran lunga più basse; quindi è, che il piano di campagna, dalla banda più alta del canale, a poco a poco, può essersi alzato al pari degli argini; e quello dalla parte opposta, non essendosi potuto alzare egualmente, nè meno può far sponda al canale, e lascia la necessità di supplire al bisogno coll' elevazione dell' argine. Sia in un modo, o nell' altro, noi possiamo da ciò intendere, quale sia il metodo mostratoci dalla natura, nella derivazione dei canali simili, e procurare d'imitarlo nelle occasioni.

Per fare poi una giusta distribuzione, o erogazione dell' acque di un canale regolato, si dee avvertire. (1) Che *i centri di tutte le bocche, le quali cavano acque da esso, sieno egualmente depressi sotto la superficie della medesima* (*a*); altrimenti darassi il caso, che due bocche uguali rice-

(*a*) E' da avvertire, che le regole prescritte quì dall' Autore per la distribuzione delle acque in una ragione data, servono per ottener' un tal fine secondo il metodo già insegnato da lui medesimo nel libro 6. della misura delle acque correnti, ma non escludono, che tal distribuzione non possa anco farsi con altri metodi, che per avventura potessero essere suggeriti, per li quali sarebbe tuttavia d' uopo prescrivere altre regole.

E' anco da avvertire, che il detto metodo

cevano quantità di acqua disuguale, e che la differenza sia assai grande. (2) Che *la superficie dell' acqua corrente sia*, perciò, *al possibile, sempre nello stato medesimo; o pure*, che *alzandosi, o abbassandosi, si conservi sempre parallela al pelo antecedente*; in altra maniera si varierà la proporzione dell' acque distribuite. Ma perchè ciò è difficile da ottenere, io consiglierei, che *la distribuzione si facesse proporzionata, supposto il pelo del canale nella sua maggiore bassezza*; perchè allora anche succede il caso di avere maggiormente bisogno dell' acqua; e se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio, che ciò sia in tempo di acqua abbondante. Il ristringimento proporzionato del canale può contribuire a mantenere il pelo dell' acqua sempre parallelo a se medesimo, e noi abbiamo dato il metodo di farlo nel VI. *lib. della misura dell' acque*; ma ivi abbiamo supposto teoricamente, ed in astratto, che

todo da lui proposto nel luogo citato, al quale sono uniformi le presenti regole, propriamente riguarda i canali orizzontali, e per conto di essi è dimostrato nelle proposizioni del detto libro 6., comecchè nello scolio 5. della proposizione 4. di quel libro conchiuda parergli verisimile, che possa applicarsi lo stesso metodo a' canali inclinati, ove con qualche artificio si possa fare, che la loro superficie non meno, che quella degli orizzontali) in ogni altezza d' acqua si mantenga parallela al fondo, che è la seconda delle condizioni, che quì egli richiede, affinchè abbia luogo il detto metodo.

In oltre richiedendo egli in questa prima regola, che i centri delle bocche, le quali debbono cavar l' acqua del canale, siano egualmente depressi sotto la superficie corrente dell' acqua, parmi, che da ciò, si raccolga intender' egli, che le dette bocche tutte siano di figura circolare, e volendo poi inoltre nella regola 5., che tutte si facciano eguali, si toglie con ciò ogni scrupolo, che nascer potesse, o sia per la differenza, che può trovarsi tra il centro della figura, e il centro della velocità (ove il diametro della bocca sia di notabil grandezza) o sia per la diversità dei soffregamenti negli orli de' fori; venendo per tal maniera a collocarsi in tutti il centro di velocità egualmente basso sotto la superficie, e a farsi i soffregamenti in ciascun foro affatto eguali; onde a dispensar l' acqua nelle proporzioni, che si dimandano non vi resta, che assegnare a ciascuno quel numero di tali bocche, che serba le dette proporzioni. L' istessa sicurezza potrebbe tuttavia ottenersi se i fori fossero tutti di figura rettangolare, egualmente alti, ed egualmente larghi, e tutti similmente posti ad una medesima bassezza sotto il pelo dell' acqua. Con tali regole dunque meglio si provvede al bisogno di quello, che si farebbe adoperando fori rettangolari di eguale altezza, e di egual depressione sotto la superficie dell' acqua, ma di larghezze proporzionali alle acque da erogarsi, mentre il foro più capace, ne rapirebbe sempre più del dovere a cagione del soffregamento minore per rispetto alla sua capacità, che è quello, che egli nota in questo §. alla detta quinta regola, e molto maggiori abbagli si prenderebbero facendo i fori d' altre figure.

Stimo contuttociò doversi alle regole, prescritte in questo luogo dall' Autore, aggiugnerne a maggior sicurezza un' altra, cioè, che i predetti fori siano talmente scavati entro la grossezza della pietra, in cui ciascuno è scolpito, che anco la figura degli orli e delle pareti del foro per tutta la detta grossezza sia in tutti perfettamente eguale, simile, e similmente posta, dappoichè le celebri esperienze del Sig. Marchese Poleni da noi accennate nell' annotazione 5. del capo primo c. 56. hanno fatto vedere di quanto momento sia la diversa maniera, in cui è scavato il foro, per variare la quantità dell' acqua estratta, non ostante l' uniformità di tutte le altre circostanze.

le larghezze del canale sieno vive: punto, del quale è assai difficile l' assicurarsi nella pratica. (3) *E necessario* ancora, *che il fondo del canale si conservi sempre invariato*; posciachè elevandosi, farà alzare il pelo dell' acqua, e le bocche superiori riceveranno acqua più del dovere in pregiudicio dell' inferiori; ed abbassandosi, succederà tutto il contrario. Quindi è, che dopo la costruzione d' un canale, non si dee fare immediatamente, o almeno assodare la distribuzione dell' acque, regolandosi sul fondo dell' escavazione; ma bensì dee aspettarsi, che il medesimo siasi stabilito colle regole della natura; e dopo distribuire la quantità dell' acqua, a chi si dee. (4) *Le bocche tutte si assegnino ne' luoghi, ne' quali il filone cammina parallelo*, ed in mezzo *all' una, ed all' altra ripa*; poichè è certo, che se la direzione dell' acqua incontrerà una di queste bocche, v' entrerà in copia maggiore di quella, che uscirà per un' altra, che in (parità di tutte l' altre circostanze) sia lontana dal filone predetto, e nella quale debba entrare col solo sforzo dell' altezza dell' acqua. (5) *S' elegga una misura invariabile, alla quale abbiano da essere eguali tutte le bocche dell' erogazioni, e dovendosi maggior copia d' acqua all' uno, che all' altro, se gli assegnino più bocche separate nella dovuta proporzione*, le quali s' unischino poi, se così si vuole, in un canal solo dopo la distribuzione; altrimenti regolandosi la proporzione secondo l' aree delle bocche, sempre n' avrà più del dovere la bocca maggiore, come quella, che a riguardo dell' area ha minore la circonferenza, e per conseguenza minore l' ostacolo dello sfregamento fatto all' uscita. (6) Che *i canali, i quali ricevono immediatamente l' acqua dalle bocche predette, sieno tutti della stessa lunghezza, larghezza, e pendenza, e nella parte interna egualmente lisci*; potendosi ragionevolmente credere, che l' acqua ricevuta in canali più larghi, più corti, e più declivi, riesca anche più copiosa; siccome è certo, che la diversa asprezza interiore de' detti canali, apporta maggiore impedimento all' uscita dell' acqua: sotto nome di canale in questo luogo, s' intende un tubo, che sta applicato al foro della bocca, e trasfonde l' acqua in un canale aperto, per lo quale vien poi portata al luogo destinato. (7) Perchè alle volte una bocca sola serve a più d' uno, occorre, che l' acqua uscita da essa, correndo per lo suo canale aperto, debba di nuovo dividersi; il che può farsi col *preparare un canale di pietra, che abbia il fondo per ogni verso orizzontale, oppure un bottino, nel quale si riceva l' acqua; ed intestatolo nella parte inferiore con un muro, incastrare in esso un marmo, o altra pietra dura, nella quale sieno tagliati più fori eguali*, secondo le regole dette di sopra, *che diano a ciascheduno la sua parte dell' acqua*, da portarsi poi ne' fondi de' padroni per via di canali separati. S' avverta però in questa divisione ciò, che si è detto di sopra al numero

ro

ro quarto. (8) *Quando la divisione s' ha da fare in due parti uguali, basta*, preparato, che sia il canale predetto, *fare in esso un divisore, che tagli il corso dell' acqua nel mezzo*, ed obblighi la metà del canaletto, a portarsi ad una parte, e l' altra metà all' altra parte; nel che però si dee procurare, che lo scarico sia ugualmente felice, e che vi sia una perfetta uguaglianza di tutte le circostanze, a favore tanto dell' una, quanto dell' altra parte.

Quelli che distribuiscono, e vendono le acque ad once, si vagliono di una quantità per base fondamentale di tutte le altre, che loro è affatto incognita; poichè ordinariamente si desume questa denominazione dall' area del foro, o bocca, che la deriva dal canale, o altro ricettacolo; e sebbene questa può essere invariabile, la quantità però dell' acqua, che passa per essa in un tempo determinato, variasi notabilmente, a cagione dell' altezza dell' acqua, che sta sopra del foro. Appresso gli antichi Romani, che prima di distribuire le acque, le radunavano in una gran vasca, e situavano tutti i fori all' istesso livello, poteva servire il nome *d' oncia d' acqua*, se non per esprimere una quantità assoluta, e determinata nella sua grandezza, almeno per significare una quantità ideale, o piuttosto proporzionale, che, sebbene variasse nella quantità, ritenesse però la stessa proporzione alle altre multiplici, o submultiplici della medesima, come sono i gradi del circolo assunti da' Geometri per misurare la quantità degli angoli; ma nei nostri tempi, nei quali le erogazioni si fanno da' canali, e non si ha avvertenza veruna di situare le bocche alla stessa profondità sotto la superficie dell' acqua, il nome d' oncia nient' altro significa, fuorchè l' apertura della bocca dell' erogazione; quindi è, che Monsieur Mariotte nel suo altre volte lodato libro *del Moto dell' Acque*, stimò di dovere stabilire la quantità assoluta dell' acqua, che debba chiamarsi un oncia; e dopo più esperienze fatte per trovare la quantità dell' acqua, che esce da un foro circolare, che abbia un pollice, o un oncia di diametro, e che sia appena sommerso sotto la superficie dell' acqua del risservatojo; ferma la quantità *d' un' oncia, o pollice di acqua, a quella quantità di essa, che essendo uscita dal suo foro in un minuto di tempo, può essere precisamente contenuta da quattordici pinte di misura di Parigi, ciascuna delle quali contenga due libbre*, dimodochè un' oncia di acqua, secondo il detto famosissimo Autore, verrebbe ad essere ventotto libbre Parigine. Ciò è affatto arbitrario; ma non ostante, converrebbe pure, che gl' istromenti s' accordassero in determinare una quantità alla quale potessero avere relazione le altre, o maggiori, o minori.

Discorrendo della distribuzione dell' acque, io non ho preteso, che perciò si debbano togliere gli abusi, che in essa si commettono; poi-

poichè so quanto sia difficile di correggere gli errori inveterati, particolarmente quando sono generali, e ridondano in vantaggio di qualcheduno: e nemmeno ho pensato di trovare i rimedj a tutti i casi possibili, bensì di aprire l' intelletto a' professori, acciocchè, occorrendone de' non preveduti, possano trovare i ripieghi adattati a fare in tutti i casi la più giusta distribuzione delle acque, che sia possibile, particolarmente quando si debbano mettere in essere nuovi canali; onde per fine voglio avvertire, che dubitandosi, che una distribuzione fatta, sia giusta, è facile, trattandosi di piccioli canaletti, di escavare fosse eguali nel terreno, per esempio, di cinque piedi per ogni verso, ed osservare, se si riempiano in tempi eguali (a); e ciò sarà una prova certa, quando non si possa dubitare, che il terreno sia in un luogo più poroso, che nell' altro.

Servono anche i canali regolati *a fare delle bonificazioni*; ma perchè abbiamo destinato di averne particolare discorso a fine di scoprire alcuni errori, che ordinariamente si commettono, passeremo a discorrerne nel seguente capitolo.

CA-

(a L' espediente, che l' Autore quì suggerisce di assicurarsi della giustezza dell' erogazione dell' acqua per diverse bocche coll' attual misura di quanta ne esca per l' una, e per l' altra in un medesimo tempo, è quel solo, che a mio credere può togliere ogni scrupolo in una così difficil materia; nè solamente un tal metodo può servire a saper la proporzione delle acque, ma anco a rilevarne la quantità assoluta, la quale stimo difficilissimo accertare per altra strada, che per quella dell' esperienza, attesi i molti capi di oscurità, ne' quali è inviluppata una tal ricerca, come si può dedurre dalle annotazioni fatte in più luoghi di quest' opera, e singolarmente al primo, e al quarto capo. E' ben vero, che se i fori, che si paragonano non saranno egualmente sommersi sotto la superficie dell' acqua, o se essendolo in uno stato di acqua non lo fossero poi in tutti gli altri (non portando per avventura quel canale la superficie sempre parallela a se stessa) la proporzione trovata non sarà costante, ma si varierà nelle escrescenze, e nelle decrescenze del canale. In tal caso niente saprei dir di più di quello, che l' Autore ha detto nel §. *Per fare* alla seconda regola, cioè, che si procurasse, che almeno la distribuzione fosse proporzionata, e stasse a dovere supposto il pelo del canale nella sua maggior bassezza, perchè essendo allora appunto maggiore il bisogno, che si ha d' acqua, *se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere è meglio, che ciò sia in tempo d' acqua abbondante*.

Se fosse praticabile l' attual misura dell' acqua del canale con raccorla tutta per un tale spazio di tempo entro d' una gran vasca di nota capacità, allora si potrebbe con misurar' eziandio l' acqua estratta in egual tempo da uno, o più fori di erogazione apposti al medesimo canale, vedere la proporzione di tutta l' acqua del canale a quella, che ne divertono le bocche predette; notizia non meno importante di quella della proporzione delle acque estratte dà due diverse bocche; mentre spesse volte si dà, che le acque si compartano assai ragionevolmente fra due, o più, che hanno il diritto di prenderle, ma assai irragionevolmente si tratti col pubblico dandone troppo a tutti, e lasciandone in canale meno di quello, che è necessario ai pubblici usi, come delle fontane comuni, delle navigazioni, de' mulini, e di altri edificj, che riguardano i comodi universali delle Città.

CAPITOLO DECIMOTERZO.

Delle bonificazioni, e del modo, con che esse possano farsi utilmente.

HA questo nome di *bonificazione* diversi significati, ma quì si prende solamente *per l' atto di render buono il terreno*, o reso, o mantenuto infruttifero dall' acque, che stanno stagnanti sulla di lui superficie, o continuamente, o la maggior parte dell' anno. Ciò s' ottiene in due maniere; cioè, o per l' essiccazione, o per l' alluvione (*a*): le *bonificazioni fatte per essiccazione sono quelle, per ottenere le quali* non alterandosi la superficie del terreno bonificabile, *si procura, che, o l' acque si divertano altrove*, e perciò, cessando la causa, cessi anche l' effetto dell' inondazione; *o pure, che camminino regolate al loro termine* (il che si fa mediante l' escavazione di canali proporzionati) *senza occupare altro sito, che quello del loro condotto*. Le acque si divertono dal luogo inondato, o col trattenerle dentro l' alveo proprio, ed impedire loro l' espansione, che prima avevano, armando d' argini le sponde dell' alveo predetto; o pure, quando ciò non basti, coll' obbligarle a prendere altra strada, e dar loro nuovo sbocco; ed il mezzo di ottenere questo fine, sono le nuove inalveazioni, delle quali discorreremo nel capitolo seguente. Colla prima maniera è stata bonificata una gran parte della Lombardia, e generalmente sono stati resi fertili tutti quei siti, che sono soggetti alla manutenzione degli argini de' fiumi; in prova di che basta osservare gli effetti, che fanno i fiumi medesimi, quando rompendo gli argini, escono dal proprio letto, e si portano ad inondare le campagne; e nella seconda maniera sono stati bonificati altri siti sul Mantovano, Ferrarese, e Romagnola, e ne sarebbero bonificabili molti altri, quando gli uomini s' applicassero a studiare i mezzi per effettuare le diversioni dell' acque, che senza molto studio, da tutti si conoscono necessarie.

Dell' escavazioni delle fosse di scolo, che sono i mezzi più idonei per essiccare i terreni occupati dalle acque, abbiamo trattato di sopra nel Cap. XI. parlando degli scoli delle campagne, ed altrove: solo in questo luogo si dee aggiungere, che le *fosse predette rare volte possono far più, che dare lo scarico alle acque piovane, o paludose*; *e non mai a quelle de' fiumi*, se non con grandissima difficoltà, e lunghezza; e quel-

(*a*) I terreni renduti fruttiferi sia nell' una, o nell' altra di queste due maniere si comprendono sotto il general nome di *novali di acquisti*, o di *ritratti*; ma quelli, che sono bonificati per alluvione con nome speciale chiamansi eziandio *colmate*, come quelli, che essendo stati per l' addietro seni, e ricettacoli infruttiferi d' acque stagnanti, col mezzo delle torbide vengono ad esser pieni, e ricolmi di fertil terra.

quello, che è più con danno degli alvei proprj, i quali essendo l' acque torbide, vengono ad interrirsi, ec. Resta perciò da trattare in questo luogo delle bonificazioni per alluvione, delle quali non abbiamo fin' ora avuto sufficiente discorso.

Si pratica questo rimedio a que' siti, *i quali sono così bassi di superficie, che non ponno avere scolo da parte veruna*; e perciò conviene, che restino paludosi, anche a cagione della sola acqua delle pioggie; quindi è, che *affine, che possano siti somiglianti avere lo scolo necessario, per mantenersi asciutti, è d' uopo alzarli di superficie*; il che quantunque per piccoli luoghi si possa ottenere, conducendovi la terra d' altronde; rispetto a' più estesi però, è moralmente impossibile; e per lo contrario facilmente s' ottiene, col mettere in opera le forze della natura, che vale il dire, col far sì, che l' acqua dei fiumi torbidi ve la porti. *In due modi*, adunque, *si possono adoperare le acque torbide dei fiumi per alzare terreni bassi*; cioè *o col mandarvi a sboccare un fiume*. torrente, o canale, *con tutto il suo corpo d' acqua*; ovvero *col prendere dal fiume vicino quella quantità d' acqua torbida, che si stima possa bastare per ottenere il fine preteso*.

Quando un fiume sbocca tutto in un sito basso, (il che non si può fare con utile, se questo sito non è una palude vastissima in proporzione del fiume, e se non si mettono anche in opera molte altre necessarie cautele) *non v' ha dubbio, che tutta, o la maggior parte della materia terrea, che l' intorbida, non sia per deporsi, e per conseguenza, che il sito basso non sia per elevarsi*, riempiendosi di terra le di lui concavità. Ma quì debbono osservarsi diversi effetti di questi sbocchi aperti; poichè (1) *L' altezza della palude si renderà maggiore di prima*; e perciò dilatandosi la di lei circonferenza, occuperà dei terreni antecedentemente buoni; e perchè ordinariamente *le paludi si trovano nelle parti più basse delle pianure*, e la superficie di queste ha una insensibile declività; quindi è, ch' elevandosi il pelo della palude, il più delle volte si estenderà ad occupare spazio considerabile dei terreni fertili, che prima la circondavano, che per questa causa diventeranno paludosi. (2) *Se nella palude entravano gli scoli dei campi superiori, l' acqua della medesima elevatasi*, e tanto più in tempo di piena del fiume, *rigurgiterà per li loro alvei*, con interrirli allo sbocco, e per qualche tratto all' insù, arrivandovi torbida; e ne seguiranno quegli effetti perniciosi, che apporta l' alzamento dell' acqua dello scolo, e quello del di lui fondo. (3) *Lasciando il corso del fiume a disposizione di natura, non è possibile di ottenere la bonificazione di tutta la palude*; perchè esso vi s' inalveerà nel mezzo, o in altri luoghi, dove più lo porterà il genio della natura formandosi colle alluvioni, le sponde, e separerà la palude in due parti,

ti, lasciandone l' una a destra, e l' altra a sinistra. (4) *Le sponde del fiume* predetto *saranno più alte al labbro di esso, che negli altri luoghi*, e si porteranno a spalto (a modo delle spiagge, che si trovano negli alvei dei fiumi) a seppellirsi sotto il pelo d' acqua della palude. (5) *Molte volte accaderà, che* il prolungamento *del fiume chiuda l' esito*, non solo alle parti, destra, o sinistra della palude; ma ancora *agli scoli, che dentro vi sboccavano*: effetto ripieno molte volte di lagrimevoli conseguenze. (6) Perchè *il fiume nelle sue piene*, disarginato che sia, dee sormontare necessariamente le proprie ripe; quindi è, che *spingendo buona copia d' acqua in dette parti serrate della palude, le alzerà così di pelo, che saranno obbligate a spingersi colle inondazioni considerabilmente all' insù*. (7) *I luoghi vicini agli sbocchi del fiume, si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo* (*a*); ma protraendosi il fiume sopra le deposizioni di buon terreno, se ne fanno delle altre arenose, e sopra queste nuovamente si depone il limo, quando, cioè, le alluvioni si fanno coll' espansione superficiale del fiume. (8) *Sin che la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine*, e dà a credere, di potervi avere dentro ricetto de' secoli interi, prima di esser giunto coll' inalveazione alla parte opposta; *ma, ridotta che sia colle deposizioni a poca altezza d' acqua, allora comincia a scoprirsi terreno con gran prestezza in più luoghi*, e di gran passo s' avanza la linea del fiume (*b*). (9) *Nel protraersi l' alveo dentro la palude*, se pure non è così copioso d' acqua, che possa mantenersi il fondo orizzontale, il che rade volte succede in casi simili, *è necessario, che esso si vada alzando di fondo nelle parti superiori*; e perciò che obblighi i popoli a maggiore alzamento di argini nei luoghi, dove prima erano, ed a farne dei nuovi, dove prima non erano necessarj. (10) *L' alzamento* medesimo *di fondo impedisce l' esito agli scoli, che sboccano nel fiume*, e

(*a*) Per luoghi vicini agli sbocchi intende l' Autore i vicini all' ingresso del fiume nella palude, e non i vicini all' esito, che egli abbia dalla palude in qualche recipiente.

(*b*) Non è difficile a intendersi la cagione di un tal' effetto; imperocchè finoattantochè il letto, che il fiume si è andato formando per mezzo la palude colle sue posature resta notabilmente sepolto sotto l' acqua di questa, il fiume da quel punto in giù, in cui sbocca nella medesima, perde la natura di fiume, e dilatando per essa le sue acque non esige più una, che un' altra pendenza, ma si accomoda a quella del suo ricettacolo; ma sì tosto, che la libertà del dilatarsi gli vien tolta, o notabilmente diminuita dal fondo, che lo sorregge, e in un certo modo lo guida per quella determinata linea, su cui si sono sott' acqua formate le sponde, riacquista natura di fiume, e però trovando quel letto in positura orizzontale, o almeno non così inclinata, come ricerca la qualità delle materie, che egli porta, subito comincia a rassettarselo con nuove deposizioni, le quali tanto più sono sollecite, quanto meno ponno le sue torbide lateralmente divagarsi, e però presto sorgono dalla superficie della palude, e gli formano spalla.

colle ſorgive molte volte inſteriliſce le campagne contigue. (11) Dandoſi il caſo, che il fiume, il quale sbocca nella palude, ne riceva qualchedun' altro nel proprio letto, e per conſeguenza, che i terreni ſerrati fra due fiumi influenti, non poſſano ſcolare, che, al più, nel punto della confluenza. *Se lo ſcolo di detti terreni, per l' alzamento del fondo del fiume ſarà impedito, indiſpenſabilmente dovranno diventare paludoſi*. (12) *Lo ſteſſo ſuccederà, quando nella medeſima palude sboccaſſero due, o più fiumi, i quali dalla natura foſſero portati ad unirſi*, colla protrazione delle loro linee, in un alveo ſolo.

Da tutti queſti effetti chiaramente può comprenderſi da ognuno, quali ſieno i danni, che procedono dal farſi le bonificazioni a fiume aperto; quanto poco utile portino queſte all' univerſale; e con quanta ragione ſveglino i riclami degli intereſſati, particolarmente quando non vi ſono applicati gli opportuni rimedj, che potrebbero eſſere. (1) *Gli argini circondanti la palude*, quando il terreno ſomminiſtri materia idonea per farli reſiſtenti, e queſti ad effetto d' impedire l' eſpanſioni della palude medeſima; ma biſogna avvertire di non prendere errore, sì nell' altezza, che nella groſſezza, e buona fabbrica di eſſi. (2) *Buoni, ed ampj sbocchi alla palude*, per iſcarico dell' acque del fiume (a), e ciò ſerve ad impedire la ſoverchia elevazione del pelo della medeſima. (3) *Le chiaviche agli ſcoli*, quando il ſito, e le circoſtanze ne permettano l' uſo; o pure la diverſione degli ſteſſi ad altra parte, quando ſia poſſibile, e ciò provvederà anche ai rigurgiti, ed impedimenti dei condotti. Se o l' uno, o l' altro di queſti provvedimenti non ſia praticabile, è irrimediabile il male. (4) *La diviſione del fiume in più rami*, che portino l' acqua ad interrire regolatamente, prima le parti ſuperiori della palude, e dopo le inferiori. (5) *Gli argini laterali al fiume*, che impediſcono l' eſpanſioni ſopra i fondi ſufficientemente bonificati. (6) *Il mantenere il ramo principale del fiume nel mezzo della palude*, acciò la bonificazione poſſa farſi nell' iſteſſo tempo egualmente da una parte, e dall' altra, e non ſi chiuda mai l' eſito all' acque chiare della medeſima. (7) *Il dar l' acqua limoſa alle bonificazioni arenoſe*, per dare loro quella fertilità, che non è propria della ſola ſabbia. (8) *Il ſalvare qualche picciolo corpo di palude*, quando ſi conoſce neceſſario, per dare ricetto agli

(a) Gli sbocchi alla palude ſono neceſſarj, ed utili, perchè la ſuperficie di eſſa eſorbitantemente non ſi alzi dalle piene del fiume, e non producano per conto di tale alzamento tutti que' mali effetti, che l' Autore ha conſiderati nel §. precedente, e però ſoggiugne, e *ciò ſerve ad impedire la ſoverchia elevazione di pelo della medeſima*; ma non ponno già impedire, che il fiume inalveandoſi per la palude fino agli sbocchi predetti [o fino a quelli tra eſſi, a' quali lo indirizzeranno le circoſtanze del ſuo corſo] non ſi alzi col ſuo fondo, tanto per entro lo ſpazio della palude, quanto nelle parti ſuperiori, come in quel luogo ſi è detto dover ſeguire.

agli scoli de' terreni superiori, e molte volte anche a quelli della bonificazione, compita che sia. (9) *In caso, che più fiumi sbocchino nella palude medesima, si deono, per quanto è possibile, tenere separate le alluvioni di ciascheduno*, per non impedire lo scarico agli scoli intermedj. (10) *Quando l' alzamento del fondo superiore del fiume arrivi ad impedire lo scolo de' terreni*, che non ponno averlo ad altra parte, che in esso; e non si possa impedire in modo alcuno, che continuando l' alzamento non si rendano paludosi, *bisogna divertire il fiume dalla palude, e restituirlo al suo corso primiero*, acciocchè escavandosi nuovamente il di lui fondo, si rimettano i terreni in buono stato. (11) *Quando il fiume inalveandosi per la palude, necessariamente debba così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni bonificati, bisogna pure divertirlo*. (a) (12) *Alzato che sia il terreno, in maniera, che possa avere*, e mantenere *lo scolo necessario, bisogna divertire l' acqua torbida*, o arginando il fiume, quando sia capace di essere inalveato, senza danno dei terreni superiori, per la palude medesima; o pure dargli altro sbocco, ed inviarlo a termine più reale, *essendo affatto impossibile, che un fiume di tal natura possa da se medesimo interamente inalvearsi fra le proprie alluvioni*. (b) Ciò

(a) Si può facilmente prevedere, se il fiume nel prolungarsi la linea attraverso la palude, debba talmente alzarsi col fondo da chiuder l' esito allo scolo de' terreni buonificati; mentre le livellazioni del medesimo fatte nel tratto, ove egli corre inalveato, e nelle vicinanze del suo ingresso nella palude, ponno mostrare qual sia la sua naturale pendenza, conosciuta la quale potendosi altresì sapere la lunghezza del viaggio, che egli è per fare attraverso la palude, fino all' uscire della medesima, si potrà dedurre quanto egli debba pendere dal punto dell' ingresso, fino a quello dell' esito, dopo che egli fin colà avrà prolungato, e stabilito il suo alveo. Prendendo dunque per punto fisso il fondo dell' emissario per cui l' acqua del fiume uscirà dalla palude, caso che questa abbia naturalmente, o artificialmente uno sbocco, o pure quel piano di terra, su cui dovrà andarsi a spianare il fondo del fiume dopo averla riempita, caso che non l' abbia, e da quel punto in su tirando una linea della lunghezza, e della pendenza trovata, si vedrà a luogo a luogo se questa riesca superiore, o inferiore, e di quanto, alla superficie delle alluvioni da lui prodotte, e che sarebbero in istato di render frutto ove si provvedessero di scolo, e si difendessero dalle espansioni del medesimo fiume. Trovandosi dunque la linea predetta più alta de' nuovi terreni, non potranno le acque di questi aver recapito entro il fiume, e converrà rimoverlo se si vogliono mettere a frutto le nuove alluvioni; se pure non vi fosse modo, o di condurre gli scoli di esse in altre parti inferiori del medesimo fiume, passato il tratto della palude, oppure d' inviarle a qualche altro congruo recipiente.

(b) Per fino a tanto che il fiume si va alzando di fondo nel prolungar che fa il proprio alveo, o attraverso la palude, o anco oltre di essa, fino ad un recipiente, a cui tributi le sue acque, ed ivi stabilisca il suo sbocco, certo è, che egli si andrà eziandio alzando di superficie, e perciò non sarà ancora interamente inalveato. Ove poi egli cessi di rialzarsi, rimarrà nulladimeno la superficie di esso [posto un medesimo stato di acqua nel fiume] a quella medesima altezza, a cui si trovava quando cessò l' alzamento; nel quale stato essendosi veduto, che la sua superficie non era per anco incassata, e sepolta fra le alluvioni, niente più potrà esserlo dopo cessato l' alzamento, e però il

Ciò, che si è detto delle bonificazioni fatte a fiume aperto nelle paludi, si dee proporzionabilmente intendere di quelle, che alle volte si pretendono fare, col lasciare aperte lungo tempo le rotte dei fiumi, nelle quali inoltre è d' avvertire, che dei terreni bagnati dalle rotte, altri s' alzano molto, ma di materia cattiva; e sono quelli, che sogginciono immediatamente alle rotte medesime, nei quali anche si formano gorghi, e canali, che rendono disuguale il piano della campagna; altri s' elevano meno, ma di terra migliore, e sono i situati in mediocre distanza dalla rotta stessa, ed altri finalmente, ricevendo l' acque chiarificate, non s' alzano di alcuna maniera, ma solo per l' inondazione s' insterilifcono, e sono i più lontani. Effetti perniciosi di questa sorte di bonificazioni, sono l' intersecazione degli scoli; l' interrimento dei medesimi, e dei fossi delle campagne; la perdita delle case, e degli arbori; ed il danno, che s' apporta ai terreni (e sono la maggior parte) che senza ricevere alcun benefizio di alzamento, o di alluvione, restano privi delle raccolte per lungo tempo; e se l' acqua della rotta non troverà esito proporzionato, si formerà una palude, la quale caderà sotto le considerazioni precedenti.

Più innocenti perciò, e di *maggiore utilità sono le bonificazioni regolate*, che si fanno prendendo l' acqua dai fiumi, o canali torbidi, ed introducendola in quei siti, che si vogliono bonificare; e in ciò pure si deono avere alcune avvertenze. Prima: *deesi avere una buona chiavica nella sponda del fiume*, che possa ricevere l' acqua più, o meno abbondante, a misura del bisogno, ed in sito, che non sia battuto dal filone, sì per la tema, che possa accadere una rotta in quel sito, sì anche, acciocchè per la chiavica non entrino rami d' arbori, che, attraversandosi, impediscano, o l' entrata dell' acqua, o l' abbassamento della porta di essa, occorrendo; o pure partoriscano altri cattivi effetti. (2) *Immediatamente dopo la chiavica, si dee preparare un canale arginato al pari degli argini del fiume*, per lo quale si riceva l' acqua torbida, e s' introduca nel sito da bonificarsi. (3) *Questo sito si dee circondare d' argini*, acciocchè dentro la circonferenza di essi, l' acqua possa rendersi stagnante, e deporre la terra portata: tal circonferenza dee racchiudere il maggior sito, che sia possibile, purchè proporzionato alla

il fiume, almeno nelle massime sue piene, traboccherà sempre dalle sponde sopra le alluvioni da lui prodotte. Egli è ben vero, che stabilito una volta il fondo, le piene sopravvegnenti, alzando sempre alcun poco le ripe con altre posature di limo, renderebbero a poco a poco la cassa del fiume più alta, e capace di maggior corpo d' acqua, e però la maggior forza di questa potrebbe di nuovo abbassare qualche poco il fondo; onde non avrei difficoltà a credere, che dopo lunghissimo tratto di tempo la superficie delle piene potesse anco rimanere del tutto incassata, ed eguale alle ripe.

la quantità della torbida, che può essere somministrata dalla chiavica, e con tal mezzo si fa un gran risparmio di spesa. (4) *Si ha d' avere luogo preparato, dove scolare l' acqua, chiarificata* che sia, e non prima; siasi, o canale, palude, o scolo pubblico. (5) Per buona regola, si dee osservare *di bonificare prima i terreni immediatamente contigui all' argine del fiume*, e bonificati questi, progredire colla bonificazione ai più lontani: con ciò s' assodano gli argini del fiume, anzi si viene ad incassare il fiume fra gl' interrimenti; e conseguentemente con più sicurezza si può proseguire a valersi dell' uso della chiavica. Similmente è anche bene di *cominciare a fare le bonificazioni nei terreni più alti*, cioè più lontani dallo sbocco del fiume, e da questi *passare immediatamente ai più bassi*; perchè con ciò si ha più libero, ed aperto l' esito all' acque chiare. (6) Se il canale derivato per la chiavica predetta, porterà abbondanza di acqua, *si ponno intraprendere in un tempo medesimo bonificazioni in più luoghi*, diramando l' acqua del canale maggiore, e portandola per altri minori, dove occorre. (7) Se la bonificazione dovrà farsi in altezza considerabile, *potrà sul principio introdursi per la chiavica la torbida dal fondo del fiume*; perchè portando arena grossa, più presto si farà l' alluvione; ma quando questa sia arrivata ad un altezza conveniente, e similmente quando il terreno da bonificarsi, ricerchi poco alzamento; allora è meglio situare la soglia della chiavica, alta sopra il fondo del fiume a proporzione. (8) Perchè i terreni bonificati, abbenchè asciugati dal Sole, restano nondimeno molto porosi, e perciò, ridotti la prima volta a coltura, s' abbassano considerabilmente; quindi è, che per condurli ad un perfetto stato di bonificazione, fa di mestieri *alzarli con nuove torbide sino a quel segno, che probabilmente si crede dovere bastar loro, perchè sieno capaci di buono scolo*; anzi se il fiume, che somministra la torbida, andasse alzandosi di fondo per lo prolungamento della linea, e che il sito, nel quale deono avere lo scolo, s' andasse altresì elevando, converrebbe, di tempo in tempo, far correre le chiaviche della bonificazione, ed andare rialzando i terreni di già bonificati. (9) *Interrendosi i canali della bonificazione*, come ben spesso succede per la poca caduta, che hanno, *deono di nuovo scavarsi*, perchè ricevano acqua abbondante dal fiume; se pure non si dasse il caso, che in quel tempo si avesse bisogno d' acqua torbida senz' arena; posciachè allora l' interrimento del canale serve ad escludere *l' acqua del fiume* vicino al fondo, ed a ricevere solamente *la più superficiale, che suol' essere gravida di solo limo*. (10) *Se gli argini* delle bonificazioni *saranno a livello con quelli del fiume*, allora *torna l' istesso, o si chiuda, o si tenga aperta la chiavica, dopo riempiuto di acqua tutto il sito circondato dagli argini*, purchè i medesimi non minaccino qualche rottura;

ma

ma *quando fossero piu bassi*, assolutamente, *ripieni, che sieno di torbida i siti da bonificarsi, dee serrarsi la chiavica*, acciocchè sopravvenendo maggior copia d' acqua, non trabocchi sopra gli argini delle bonificazioni: è però bene sempre serrarla, e in un caso, e nell' altro. (11) *Quando si tratta*, non tanto di alzare, quanto *di migliorare terreni, si dee osservare la qualità della torbida portata dal fiume*, trovandosene di quella, che in cambio di rendere fertili, insterilisce i fondi, sopra dei quali si depone. (12) *Quando non si abbia altro comodo di scolare l' acqua chiarificata, ciò può ottenersi*, il più delle volte, *nel sito inferiore del fiume medesimo*, per un' altra chiavica destinata, non a ricevere le torbide, ma a trasmettere le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che sia la bonificazione superiore, potrà servire a bonificare i terreni inferiori. (a) (13) *Se si fosse affatto senza luogo, dove scolare dett' acque chiare, non per questo si dee tralasciare di fare la bonificazione*; poichè tra l' imbeversi, che fa d' acqua il terreno, e tra l' evaporazione, la quale continuamente succede, anderà abbassandosi il livello dell' acqua, e potrà dar luogo a nuova torbida, finchè, fattosi tanto alzamento, che basti, si possa rimettere, cessata la piena, nel fiume medesimo, per lo stesso canale, e per la medesima chiavica, l' acqua chiara della bonificazione. (14) *Lo scolo di quest' acque chiare*, quando si possa avere in qualch' altro luogo, che nel fiume, dal quale prima partirono, *si promuove con un taglio fatto nell' argine della bonificazione*, che, terminata l' escolazione, si dee subito tornare nello stato di prima; o pure è meglio, valersi *d' una chiavichetta fatta in sito proporzionato*, da aprirsi, e serrarsi conforme il bisogno. (15) *Non avendosi terra sul principio, per fare gli argini accennati al* num. 3. *si può lasciare correre la chiavica senza di essi per qualche tempo*, fintantochè gl' interrimenti, i quali succederanno, ne somministrino il comodo, e la materia; ed allora poi bisogna constituirli, secondo le regole già dette.

Coll' osservanza di queste regole si faranno le bonificazioni, con maggior spesa sì, ma con effetto anche più sollecito, rispetto a una parte di terreno circondata dai suoi argini, la quale ridotta a perfetta bonificazione, e coltura, restituisce in poco tempo, col frutto, le spese fatte. Vero è, che tutto il corpo del terreno da bonificarsi, richiede lungo tempo a perfezionarsi, quando abbia della vastità considerabile; ma *deesi* ben *preferire la sicurezza, e l' indennità de' vicini*, accompagnata dal vantaggio di dare buon fondo alle bonificazioni fatte in questa maniera, *alla brevità del tempo, con che si bonificano i siti a fiume aperto*; i quali poi anche non ponno chiamarsi interamente bonificati,

(a) Cioè potrà servire allora a prender le torbide del fiume, e a condurle per colmare altri terreni non compresi nella prima colmata.

ficati, prima, che il fiume non sia stato rimesso nel suo antico alveo, o non si sia stabilito, e regolato il di lui corso fra le bonificazioni, alle quali riesce sempre di danno; oltrechè, *se si vuole abbreviare il tempo alle bonificazioni regolate, ponno mettersi in pratica più chiaviche*, l'una dopo l'altra, e tante, che assorbiscano tutta l'acqua del fiume. Ma il fine più desiderabile si è, che *a questa maniera s'alzano i terreni superiori, e laterali al fiume, prima, o nell'istesso tempo, che gl'inferiori, e più lontani*, e la campagna tutta, bonificata che sia, viene ad acquistare un pendio eguale a quello, che, ha la cadente del pelo del fiume, levando in gran parte la necessità degli argini coll'incassazione, che succede al fiume medesimo, che è uno de' più potenti rimedj, che si possano avere, per impedire le inondazioni, e per dare buono scolo alle campagne; laddove *le bonificazioni a fiume aperto ponno bene elevare i siti più bassi; ma nell'istesso tempo tolgono lo scolo alle campagne più alte*, e rendono paludosi molti siti, che prima erano fruttiferi. La facilità ancora, che s'ha di maneggiare i canali delle bonificazioni regolate, fa che si riempiano tutti i siti bassi, e che si possa scavare, o lasciare un buono, e facile scolo per li terreni più alti, il quale è altrettanto necessario a questi, quanto alle bonificazioni medesime, per iscarico delle loro acque, tanto nel tempo, che si fanno, quanto dopo, che sieno perfezionate.

Ridotta, che sia una bonificazione al suo ultimo stato, si dee provvedere di scolo per l'acque delle piogge: ma circa questo particolare non credo doversi qui aggiugnere cosa alcuna, oltre ciò, che è stato detto, trattando degli scoli nel *Cap. XI.* Solo voglio avvertire, che è necessario di pensarvi, prima d'intraprendere la bonificazione; posciachè le fosse pubbliche di scolo, in questi casi, sogliono essere quelle, per le quali prima si scolavano le bonificazioni; e perciò il pensiere, che l'architetto si prende per ben situare, e regolare queste, serve ancora per quelle. (*a*)

CA-

*(*a*) Se si vogliono colmare de' terreni per un altezza considerabile, prendendo l'acqua di un fiume con cateratta, finchè ne sieno coperti i terreni, e lasciandola stagnante sopra questi finchè non depositi la belletta, come alcuni Autori consigliano; non si otterrà l'intento, che in una lunga serie d'anni. Per colmare sollecitamente, conviene prender l'acqua torbida dal fiume continuamente, di modo che durante la piena, dett'acqua scorra con moto lento, e capace di depositare la torba, sopra i terreni in colmata, ritornando a sboccarla in un punto inferiore nel fiume istesso, o altrove. In altro modo, e con gran vantaggio in Toscana si usa impiegare tutta l'acqua de' fiumi mediocri per colmare i terreni di grand'estensione. Allorchè si ha a portata uno di tali fiumi, si diverte questo interamente, portandolo a sboccare su i terreni da colmarsi, già arginati, o se sono così bassi, che non somministrino materia per far argini, da arginarsi dipoi, e subito che il fiume ha deposta qualche quantità di terra. Tale arginatura si fa alta la metà almeno dell'altezza, che hanno le ripe del fiume, e più se la materia della quale si compone sia cuorosa, qual suol essere quella, che somministrano i Paduli, e convien più volte rialzare tali argini a misura, che calano,

per

CAPITOLO DECIMOQUARTO.

Delle considerazioni da aversi, quando si vogliono fare nuove inalveazioni de' fiumi.

E' L'inalveazione de' fiumi, qual'ora si debba fare colle regole dell' arte, non colle forze della natura, una delle più difficili operazioni, che accadano ad un architetto d' acque; siasi, o perchè ad effetto d' intraprenderla con metodo, si richieda una perfetta cognizione teo-

---

per difendergli dall' ondate dell' acqua; e per difficoltare la demolizione degl' istessi argini, quando restin bassi, e sieno sormontati dall' acque, convien bene impiotare detti argini, e ciò non bastando, piantargli di vetrici, o altra macchia bassa. Essendovi scarsità di terra, si recingono i terreni alla meglio, con piantare intorno vetrici, ammontar zolle, con gabbioni, palizzate, ec. affine di ritenere alla meglio la torba, e fino che questa sia deposta in tal quantità da formarne l' argine circondario. In un qualche sito, ove cioè si vuole sboccare il fiume, ed ove torna bene che sia più lontano, che si può dall' imboccatura, si tiene aperta per una lunghezza maggiore di quella del fiume, cioè, o dupla, o tripla in circa l' arginatura, e si forma in tale apertura una steccaia con 4, o 5. fila di pali, ripieni di fascine, bene incatenati, e di una certa altezza sopra i terreni da colmarsi, almeno di brac. 1 e mezz, o di braccia 2. da rialzarsi dipoi a misura, che si rialzano i terreni, fino a ridurla a quell altezza almeno, alla quale si vuole la colmata. In tal modo l' acqua del fiume sboccando ne' terreni recinti, vi si spande sopra, e scorrendovi con una velocità tanto minore di quella, che avea nel fiume, quanto maggiore è la sezione, che ha in detti terreni, deposita sopra di essi la materia, che porta, ed è poi questa ritenuta dalla steccaia sopra la quale sbocca l' acqua con una velocità pure molto minore di quella, che avea nel fiume. Le deposizioni non si fanno per altro uniformemente da per tutto, come avverte il Guglielmini; ma nelle parti lontane restano de' fondi non ripieni; a questi dunque bisogna mandar l' acqua per mezzo di scanzafossi larghi dall' imboccatura del fiume sino a detti fondi; e notabile pure è il fondo, che si mantiene accosto alla steccaia, dipendente dalla velocità dell' acqua accresciuta, non tanto per la sezione ristretta, quanto per l' invito dello sbocco; quale fondo per altro si riempie dipoi nel ridurre a coltura, e lavorare i terreni. Inoltre è d' avvertirsi, che se l' estensione de' terreni messi in colmata fosse piccola, scapperebbe molta torba, e da altra parte per ottenerla in pochi anni è necessario, che detta estensione non sia troppo grande, convenendo piuttosto colmargli a una porzione per volta, e costruendo perciò più recinti, ne' quali anzi si può far successivamente passar l' acqua del primo recinto, acciò quel che fosse scappato da questo, venga a deporsi nel secondo, e terzo, d' onde escirà quasi chiara, facendo in tutti le steccaie, e gli altri lavori nella maniera di sopra accennata; così quando il primo recinto sarà ridotto a coltura, il secondo si potrà porre a prato, nel quale introducendo poi direttamente il fiume ben presto si renderà coltivabile. La proporzione, che si può dare a' recinti, dipende dalla quantità di torba, che porta il fiume, e dalla grandezza di questo. Nella Fattoria di Bellavista i recinti delle colmate sono 7. in 8. cento stiora, cioè più di brac. 1078733. quadre a panno; il fiume, che colma è la Pescia, la quale ove corre in semplice arena è larga circa braccia 20., e le sue maggiori escrescenze son alte braccia 8 in 9; entra in colmata due in tre miglia dopo il limite delle ghiare; i rialzamenti de' terreni son circa braccia 2., e richiedono 10. in 12. anni a comporsi. Con un tal metodo di colmare si sfuggono molti degli inconvenienti accennati dal Guglielmini nelle bonificazioni a fiume aperto, benchè possono, in parte almeno accadere quei che egli accenna in nono, decimo, e undecimo luogo; con detto metodo sono pure stati fatti molti acquisti nel padule di Fucecchio, ed i quali hanno prodotto molte controversie, come si vedrà dalle Relazioni del P. Ab Grandi. Finalmente un tal metodo è stato con felicissimo esito praticato per fare acquisti nella Chiana, e vi si usa tuttavia per rialzare continuamente i terreni contigui al Canal Maestro, e perchè non passi in questo l' acqua de' fiumi carica di torba, cui non lascerebbe di depositare in quel lungo Canale dotato di pochissima pendenza, il quale in tal modo interrito non potrebbe più servir di scolo a quella pianura, che perciò si ridurrebbe allo stato infelice di padule.

teorica; o pure perchè pochi sieno nel mondo gli esempj di tali intraprese, da' quali possa dedursene quel lume, che basta, per non inciampare, come talvolta è succeduto, in errori gravissimi, che hanno resa inutile la spesa di somme immense di denaro, ed obbligati i popoli a desistere dall' impresa, perchè l' esperienza ne ha mostrata l' insussistenza, ed il danno: ed in fatti si vedono, anche a' nostri giorni, come disse Tacito della fossa proposta da Severo, e Celeno, cominciata a fare scavare da Nerone dal monte Averno ad Ostia, si vedono dico, sparse in diverse parti della terra, *vestigia irritae spei*. Quindi è, che noi avremmo creduto di mancare gravemente al debito, che hanno tutti gli uomini di comunicare, e contribuire alla pubblica felicità i propri trovati, se in questo trattato ci fussimo astenuti dal discorrere di una materia così importante: e dal donare al mondo la notizia di quegli avvertimenti, che le occasioni, l'esperienza, e le dimostrazioni proposte nei precedenti Capitoli, ci hanno fatto credere, doversi avere, quando si hanno simili proposizioni da esaminare, prima di risolverle, sì per non impegnare i popoli a spese inutili, sì per non renderli soggetti con nuove operazioni mal pensate, a' gravissimi danni, che molte volte tirano seco l' esterminio d' intere provincie. Io entrerò dunque a darne in succinto gli avvertimenti, che crederò necessarj da aversi nei casi accennati, ma non mi estenderò già a provare ad uno ad uno, la verità de' medesimi, dipendendo questa immediatamente da ciò, che sin'ora è stato detto negli antecedenti Capitoli, e particolarmente nel quinto, in proposito delle cadute, ec. che è il punto più essenziale da considerarsi.

Le mutazioni, adunque *di alveo*, che si fanno ai fiumi, sono di più sorti; ma tutte *si ponno ridurre a due capi*; poichè, o si tratta *di mutar l' alveo senza mutare lo sbocco*; o pure *di portare il fiume a sboccare in un luogo diverso da quello, dove prima avea la foce*. Quelle che si fanno senza mutazione di sbocco, per lo più s' intraprendono a fine di allontanare il fiume da qualche sito, al quale colle corrosioni, o in altra maniera, pregiudica, ed alcune volte per avvicinarlo ad altri, a' quali dee servire per difesa, o apportare qualche altro vantaggio. Quest' ultime mutazioni si chiamano *tagli*, e si fanno con sicurezza di esito, quando vi concorrano le necessarie circostanze (a). (1) La prima è che *la via*, o linea *del taglio sia più breve di quella, che dal punto dove comincia, a quello dove termina, è fatta dal corso del fiume*; quindi è,

(a) Dei tagli dei fiumi qualche cosa aveva già detto l' Autore nel capo 6. al coroll. 11. della prop. 8., considerando allora solamente i riguardi, che debbono aversi in ordine al provvedere alla tortuosità del fiume, talmente che dopo seguito il taglio non abbia a rimanere ancora, o a farsi di bel nuovo, tortuoso; e però gli avvertimenti da lui dati in quel luogo si ponno unire alle presenti regole, quando venga il caso di fare simili lavori.

è, che i tagli distesi in una linea sola, godono d' una prerogativa essenziale per riuscire giovevoli, e sicuri. (2) Che *il filone superiore del fiume sia ricevuto a dirittura dalla bocca del taglio*; altrimenti, non ostante la brevità minore della linea, il fiume da se non v' entrerà con quell' impeto, che è necessario per mantenervi il corso, allargarlo, ed escavarlo; ma piuttosto di nuovo l' interrirà, e sarà gittata la spesa. (3) Che *il terreno, per lo quale si dee fare il taglio, sia facile ad esser corroso*; perchè in altra maniera, incontrandosi tali, e fondo, e sponde, che dalla violenza dell' acqua introdotta non possano esser corrose; può ben darsi il caso, che si derivi un canale d' acqua della grandezza, che si vorrà; ma non per questo si muti l' alveo antecedente del fiume; se pure la larghezza, e profondità del canale, non si faccia uguale a quella del fiume.

In queste condizioni, basta scavare un canale per la linea disegnata, largo venticinque, o trenta piedi (ed in alcuni casi anche meno, bastando, che l' acqua possa cominciare ad avervi corso) e di profondità conveniente, comunicante dall' una parte, e dall' altra, col fiume, al quale si vuole mutare l' alveo (*a*); poichè nelle prime piene comincerà

(*a*) Non determina l' Autore alcuna profondità limitata per l' escavazione, mettendo in conto, che nelle circostanze da lui supposte la natura medesima sia per profondare il taglio nelle prime piene, che vengono al fiume, come in fatti dovrà succedere; e con tal certezza si può risparmiare molto di spesa nel preparar l' alveo del taglio.

Ma se la necessità di divertire il fiume dalla primiera sua strada fosse così urgente, che convenisse pensare ad aiutare la forza della natura per sollecitare l' inalveazione del fiume nel taglio (come quando il fiume minacciasse nella prima piena una irreparabil rotta negli argini dell' antico suo letto, o quando avendoli già rotti, nè essendovi il tempo di risterrarli, ne sovrastasse inondazioni di gran conseguenza) allora si dovrebbe fare l' escavazione del taglio in larghezza eguale, o poco minore di quella del fiume, e disporre il fondo del taglio in un piano, che congiugnesse il fondo del suo imbocco con quello dello sbocco; e quindi intestando l' alveo vecchio con un' argine alla maggior' altezza possibile, ne seguirebbe alle prime piene il totale abbandonamento dell' antica strada, e lo stabilimento in quella del taglio. Anzi più sicuro ancora, e più sollecito sarebbe l' effetto, se l' alveo del taglio dal fondo dello sbocco insù fino all' imbocco si escavasse su quella linea cadente, che è naturale al fiume, e su cui col tratto del tempo si dee stabilire il taglio medesimo, che è come continuare all' insù il fondo dell' alveo inferiore al taglio nell' imbocco lasciando come uno scalino, che per necessità dee restarvi, quando la linea del taglio si supponga più breve di quella del letto antico.

Torna quì a proposito l' avvertire, che o siasi preparato a mano l' alveo del taglio nella maniera ultimamente detta, o si lasci alla natura il ridurlo, e rassettarlo con tal pendenza, sempre è necessario, che tutto il letto superiore al taglio anch' egli si abbassi, e si disponga nel medesimo piano del fondo del taglio prodotto allo insù, e parallelo a quello del primiero fondo, facendosi un solo piano, e del taglio, e dell' alveo superiore ad esso coll' inferiore, il quale non dovrà punto alterarsi; o almeno facendosi dei detti fondi una sola superficie curva seguita, caso, che il fiume in diverse sue parti richieda diverse pendenze. Anzi se si considera,

cerà ad allargarsi, e profondarsi, e col tempo renderassi alveo di tutto il fiume; ed a misura del di lui allargamento, e profondamento, anderassi perdendo, cioè ristringendo, ed elevando di fondo col beneficio delle alluvioni, l'alveo vecchio del fiume, fino ad essere abbandonato, quasi affatto, dall'acqua, che con un picciolo arginello di terra, fatto in luogo conveniente, affatto si divertirà dal sito antico.

Ne' fiumi, che corrono in ghiara, non sono di esito sicuro i tagli; perchè essendo di loro genio particolare, il mutar corso, di quando in quan-

ra, che l'acqua nel tratto del taglio, che si suppone retto, non sarà arrestata da quegli impedimenti, che nel vecchio suo alveo le recavano le tortuosità, e per conseguenza avrà corso più spedito, e più velocemente scorrerà uno spazio di data lunghezza, si può dedurne, che essa scaverà il fondo del taglio alquanto più di quello, che richiedesse la primiera cadente del fiume, e per conseguenza, che il detto fondo del taglio nel punto dell'imbocco, resterà alquanto più basso della cadente sopraddetta; onde anche il tratto superiore al taglio, il quale si dee appoggiare al detto punto dell'imbocco, verrà ad abbassarsi un poco più di quello, che si era detto, serbando egli tuttavia la primiera declività, o pendenza. Si potrebbe anche aggiugnere, che nella parte inferiore al taglio fosse per seguire qualche abbassamento di fondo, a riguardo della velocità, con cui vi entrerà l'acqua per la strada del taglio, maggiore di quella, con cui vi entrava per la strada abbandonata del fiume; ma ciò non può fare alcun'effetto di considerazione se non per poco tratto, dovendo quest'acqua, incanalata che sia nel tratto inferiore, incontrar di nuovo tutte quelle resistenze, e quegli impedimenti, che prima vi incontrava.

Da tutto ciò si può dedurre, che quando i tagli siano fatti colle predette regole, e cautele, grandissimo è il beneficio, che apportano, non pure in ordine ai fini per li quali si sogliono intraprendere [cioè di dirizzare le tortuosità del fiume, e di allontanarlo dai siti, i quali minaccia, o di avvicinarlo ad altri, a' quali può esser' utile] ma eziandio in ordine al provvedere a tutti que' disordini, che il fiume portava colla sua soverchia altezza nelle parti di sopra al taglio, come sono i pericoli de' trabocchi, i ristagni degli scoli, gli incomodi delle sorgive, ed altri simili, ai quali il taglio porge rimedio, profondando maggiormente tutto il letto del fiume nella parte predetta.

In tal proposito sarà opportuno osservare un'errore, in cui alcune volte ho veduto incorrere uomini per altro esperti, volendo rappresentare in profilo le cadenti o sia del fondo, o sia degli argini di un fiume, in cui si tratti di fare un taglio, ad effetto di scorgere dal detto profilo lo stato, a cui si ridurranno le dette cadenti per rapporto alle campagne adiacenti, o a' termini stabili situati lungo il fiume, come per dedurre a cagion d'esempio, se la soglia d'una tal chiavica, che sbocchi in esso resterà più alta del fondo, e di quanto, se i tali terreni potranno avervi scolo, qual sia per essere a luogo a luogo l'altezza delle piene del fiume sopra il piano di terra, ed altre cose simili; e l'errore consiste nel pretender di rappresentare le dette cadenti del fiume dopo il taglio nello stesso profilo, in cui già sieno delineate in misura le medesime nello stato in cui si trova il fiume avanti il taglio; il che non si può assolutamente fare, ma convien delinearle in profilo a parte, se si vogliono serbare le debite proporzioni delle cadute, e delle distanze. A maggior chiarezza di ciò si osservi la *Fig. 90. Tav. XIX.* nella quale si dimostra in pianta l'andamento d'un fiume tortuoso GRDCBA, e sotto la pianta si vede in profilo la cadente del suo fondo AH, dinotandosi colle medesime lettere apposte alla linea orizzontale del profilo AG i medesimi punti della pianta. Sia lo sbocco, o ultimo termine del fiume A, il punto destinato all'imboccatura del taglio da farsi D, lo sbocco del taglio,

do, cambiandolo da una parte all' altra, per le cagioni addotte a suo luogo; rade volte s'incontra, di goderne lungo tempo il benefizio, il quale può essere così grande, che si abbia a desiderare di ottenerlo, anche temporaneo, e con azzardo: ma *ne' fiumi, che hanno il fondo arenoso, sono di più lunga durata*; ed anco si conservano perpetuamente, quando s'abbia la dovuta attenzione, a mantenerli in dovere.

Incontrandosi, che il filone del fiume non entri tanto bene, quanto basta, nella bocca del taglio, riesce *utile la moltiplicazione delle boc-*

che,

B; e l'alveo di esso D B. Poichè dunque per le cose dette, dopo seguito il taglio non si dee cangiar punto la cadente del fiume nella parte inferiore ad esso B A, ne segue, che la parte del fondo A K, che nel profilo corrisponde al detto tratto inferiore B A, dovrà servire ancor dopo il taglio, e rappresentar tuttavia la cadente del fondo in quel tratto. Se dunque ora si pretendesse di ritenere eziandio il medesimo punto dell'orizzontale del profilo D, che risponde al punto dell'imboccatura del taglio D nella pianta, per farlo servire a dinotare anche dopo il taglio la medesima imboccatura, è manifesto, che si errerebbe nelle distanze, mentre la lunghezza D B, che nel profilo corrispondeva alla strada tortuosa del fiume D C B della pianta, non può più rappresentare (ritenendo la scala di prima) la linea D E B del taglio, la quale supporremo di lunghezza minore di D C B. Quindi è, che sebbene per trovar l'altezza, o caduta del fondo del taglio nel suo imbocco sopra il fondo K dello sbocco, si porrebbe raccorciare la perpendicolare D I terminante al vechio fondo del fiume I, calcolandone l' abbassamento I L, che in ragguaglio della pendenza nota del fiume conviene all'accorciamento del viaggio per D E B rispetto alla linea per D C B, e con ciò la positura del nuovo fondo in L sarebbe giusta quanto all'altezza, nulladimeno congiungendo L K, la cadente L K non sarebbe quella, che realmente converrebbe al tratto del taglio D E B, perchè tal cadente, atteso l'errore nella distanza D B del profilo, non serberebbe la dovuta inclinazione, che dee essere la medesima, che quella del primiero fondo K I. E se la detta cadente L K si prolungasse alle parti superiori del profilo, come fino alla perpendicolare G H in T, non sarebbe il punto T a quell'altezza, che dopo il taglio avrebbe il fondo del fiume nel sito G della pianta, e supponendola tale si farebbe errore nelle conseguenze, che se ne ricavassero. Convien dunque per rappresentare in profilo il fondo stabilito o da stabilirsi del fiume dopo il taglio, fare un disegno a parte, come si mostra in *a g b*, dinotandosi in esso con lettere minuscole i medesimi punti, che si dinotano colle maiuscole nella pianta, e nel primo profilo, e tirar la cadente *a k* colla medesima inclinazione di A K, cioè con quella, che è naturale al fiume, indi conviene segnare il punto *d* in tanta distanza dal punto *b*, quanta è la lunghezza della linea del taglio D E B, e prolungando *a k*, fino all' incontro della perpendicolare *d i* tirata per *d*, sarà *i* la giusta positura del fondo nell' imbocco del taglio, ed *i k* sarà la vera cadente dell' alveo di esso D E B. Parimente si dovranno segnare i punti *r*, *g*, ec. in tanta distanza dal punto *d*, quanta ne hanno i punti R, G dal punto D della pianta, misurando per la strada del taglio; e prodotta *a k i* alle parti superiori in *b*, si avranno nelle perpendicolari tirate per *r*, *g*, ec. le vere positure del nuovo fondo stabilito, corrispondenti ai punti R, G della pianta, e sarà compito il profilo dello stato del fiume dopo il taglio nelle debite proporzioni; equivalendo insomma il taglio (in ordine a questo effetto) ad un accostamento, che si facesse del punto D, e di tutti gli altri superiori all' imbocco, al punto B dello sbocco, il quale accostamento fosse tanto, quanta è la differenza tra la primiera linea del fiume D C B, e la linea del taglio D E B: e una simile riflessione può anco aver luogo ne' tagli, ne' quali si muta lo sbocco al fiume, ancorchè il fondo del nuovo sbocco si tenga allo stesso livello di quello della primiera foce.

che, e de' canali sul principio, facendoli tutti in sito, il più che sia possibile, esposto alla corrente; e ciò, non solo per facilitare maggiormente l'ingresso all'acqua; ma ancora, perchè può darsi il caso, che il filone dell'acqua bassa, ne imbocchi uno; quello della mezzana, un' altro; e quello della piena, un' altro; dimodochè in tutti gli stati del fiume diasi luogo facile all'ingresso dell' acqua, e conseguentemente si faccia tale allargamento, che poscia renda il taglio idoneo, a ricevere a dirittura tutta la corrente; al qual fine concorrono ancora le intestature, o palificate basse, piantate poco di sotto alle bocche del taglio; perchè l'impedimento, ch' esse fanno, serve molto a far voltare l' acqua per le bocche medesime.

Se la strada, che si vuole far prendere al fiume, sia più lunga dell' antica, e per conseguenza di minore caduta, non si potrà ottenere l' intento, che a forza d'una buona imboccatura del filone, che molte volte anche riesce inutile, senza l'ajuto di qualche ostacolo inferiore, il quale obblighi l' acqua a prendere la strada, che si desidera; e non mai forse arriverassi all'intento di divertire il fiume totalmente, senza intestare l' alveo vecchio di tal maniera, che l' altezza maggiore delle piene, non possa superare l' intestatura.

Quando l'acqua del fiume sia sempre chiara, comecchè questa non porta materia, colla quale possa interrire l'alveo antico, può bendarsi il caso, che il corso dell'acqua s' introduca nell' alveo nuovo, anche per la maggior parte; ma non già, ch' abbandoni del tutto la strada antica, se non si fabbrica l' intestatura sopraddetta: è ben vero, che lo smagrimento dell'acqua, la velocità sminuita, e la diversione, ch' ella ha per l' alveo nuovo, può renderne più facile la construzione.

Incontrandosi nell'escavazione del canale, terra resistente, e tale da non cedere alla forza del fiume (accidente, che rade volte accaderà) fa di mestieri preparare l'alveo in quel sito di tutta larghezza, e profondità, senza sperare alcun beneficio dall' introdurvisi il fiume; ma succedendo questo caso, forse porterebbe tanto dispendio da non intraprendere l' escavazione.

Quanto poi alla diversione de' fiumi, accompagnata dalla mutazione degli sbocchi, che si chiama *nuova inalveazione*, si debbono *distinguere due casi*; il primo si è, quando l' acqua, che dee introdursi nell' alveo nuovo, ha da condursi al suo termine, senza mescolanza di nuove acque; ed il secondo, quando dee ricevere, per istrada l' influsso di altri fiumi.

Nel primo caso l' impresa è assai facile; perchè il fiume medesimo insegna le qualità, che ha da avere il nuovo alveo, spettanti alla larghezza, altezza di ripe, ed escavazione; ma però dee considerarsi il

termine, al quale si vuole portare il di lui sbocco, e la lunghezza della strada, che se gli assegna. Perciò avanti di risolvere circa la possibilità dell'opera, e circa la sussistenza de' vantaggi, che se ne vogliono ricavare, *deono* (1) *ponderarsi le condizioni tutte dell' alveo vecchio*, e considerare, quali siano quelle, che consigliano la mutazione del letto; perchè non essendo esse per migliorarsi, sarebbe inutile l'intraprenderla. (2) Se il fiume ha l'alveo stabilito, bisogna *fare un'esatta livellazione della di lui declività* (*a*), con avvertire alle mutazioni, che alla me-

de-

(*a*) Si potrebbe quì per avventura domandare da quali segni si possa conoscere, se l'alveo d'un fiume sia, o non sia stabilito. Intorno a ciò stimo, niuno più sicuro indizio potervi essere, che l'esperienza di un qualche numero d'anni, e di escrescenze del fiume, dopo le quali costantemente si osservi non essersi egli nè alzato, nè abbassato di letto, ma tuttora mantenersi nel medesimo stato. Si vuole bensì usare ogni cautela nel fare simili sperienze, nè altro sicuro paragone vi ha, che quello de' punti stabili situati lungo il fiume, come di soglie di chiaviche, di sommità di fabbriche, o d'altri tali termini, che si sappia certamente non essere stati alterati da un tempo all'altro. A questi termini dunque si dee riferire colle livellazioni lo stato del fiume, e quando in diversi tempi si trovi il medesimo si può esser certo, che l'alveo sia stabilito.

Tal relazione si può fare in più maniere, e prima riferendo ai detti termini immediatamente il fondo del fiume col livellare quanto egli in un tal sito sia più alto, o più basso di alcun punto fisso in un tempo, e poi col replicare le misure dopo qualche anno; nel che tuttavia conviene aver cura di non s'ingannare tra le irregolarità del fondo, che può aver dei gorghi, o dei ridossi, che sieno diversi anco in un medesimo sito in diversi tempi [il che accade specialmente ne' gran fiumi, e ne' luoghi, ove l'alveo è tortuoso] senza però, che in universale lo stato del fiume sia cangiato. E molto più è facile il prendere in ciò degli equivoci ne' fiumi maggiori, che ne' minori, per esser ne' primi ordinariamente più profondi i gorghi, e i dossi più elevati.

Molto più è difficile trovare immediatamente lo stato del fondo per rapporto a' termini stabili ne' fiumi perenni, perchè in essi dovendosi congiugnere alla livellazione gli scandagli, si può nel far questi non toccar sempre per avventura il maggior fondo del fiume nascosto sott' acqua, o toccarlo in sito ineguale, e che non possa dar regola, onde allora è assolutamente necessario sfuggire i siti tortuosi, e irregolari del fiume, se si vuol prendere qualche lume sicuro da tali sperienze.

Molto più certo indizio dello stabilimento di un fiume è quando le maggiori piene di esso dopo un buon numero d'anni si osservino toccar sempre a un dipresso i medesimi segni stabili, o solo con tanto divario, quanto ragionevolmente può attribuirsi a diversi gradi delle medesime piene. Solo si vuole avvertire di non fidarsi di tali osservazioni, quando si facciano in que' siti, ne' quali concorra a sostenere la superficie del fiume il rigurgito, o del suo recipiente, o di qualche influente dello stesso fiume, potendo esser diverse anco in un medesimo sito l'altezze delle piene d'un medesimo grado, quando nelle diverse osservazioni, che se ne fanno, il rigurgito alcuna volta vi concorre più, altra volta meno, o niente affatto.

Un'altro risconrro, e forse il più certo di tutti può aversi ne' fiumi perenni dall'acqua bassa, cioè, o dal pelo ordinario, sotto cui corre il fiume la maggior parte dell'anno, o piuttosto dal pelo infimo, a cui si riduce nelle maggiori siccità. Se i segni, che tocca la superficie del fiume in tale stato, si trovano i medesimi in un corso di alcuni anni, non può esservi sospetto di cangiamento nel letto del fiume, tuttavolta, che non sia scemata, o pure accresciuta la quantità assoluta dell' acqua, che egli prende dai laghi, o da altre sorgenti.

Suole ancora dedursi argomento di eleva-

deſima ponno accadere, a cauſa, o della materia, che porta in ſiti diverſi, o dell' influſſo di altri fiumi, che a lui s' uniſcono nelle parti in-

vazione di letto ne' fiumi dagli alzamenti, che ſi ſa eſſere ſtati fatti degli argini di eſſi, non coſtumandoſi di far tali lavori, quando le piene col loro alzarſi più che prima, non ne indichino il biſogno. Qui tuttavolta ſi può di leggieri ingannare nel dar norme di alzamento a quello, che può eſſere ſtato mera riattazione per eſſerſi l'argine in qualche tratto abbaſſato più del dovere; onde anco in queſti caſi ſi dee ricorrere al confronto de' termini ſtabili, e vedere oltre ciò, ſe l'alzamento ſi ſia dovuto fare in univerſale [almeno per lunghiſſimi tratti] o ſolamente a luogo a luogo. Talvolta ancora l' eſſerſi accoſtato il fiume a battere col filone una ripa, che prima non batteva, obbliga a fortificar l'argine, e anco ad alzarlo o per maggior robuſtezza, o per uguagliare lo ſteſſo filone, che ſi ſoſtiene più alto del rimanente della ſezione del fiume (come ha notato l' Autore nel capo 6. § L' *altezza maggiore*, ſenza che però lo ſtato di queſto in generale ſiaſi alterato.

Un' indizio aſſai forte di abbaſſamento del letto d' un fiume è quando la ſoglia d' un canale comunicante col fiume, e deſtinato altre volte ad uſo di navigazione ſi trovi in tempo di magrezza di queſto avere ſopra di ſe così poco d' acqua, che non poſſa reggere i navicelli ſoliti per l' addietro a paſſarvi; e molto più ſe la detta ſoglia reſtaſſe più alta del pelo infimo del fiume, o pochiſſimo più baſſa per modo che l'acqua del canale arrivando alla detta ſoglia faceſſe una caſcata per entrar nel fiume; non avendo del credibile, che da principio foſſe sì mal collocata da non poter ſervire in tale ſtato del fiume all' uſo, a cui ſi deſtinava, e perciò dovendoſi credere, che il riuſcir troppo alta riſpetto al fiume naſca da abbaſſamento del fiume ſteſſo.

Così ancora ſe nel raccorciare, o altrimente mutare la ſoglia di qualche chiavica, che ſcaricaſſe le acque nel fiume ſi ſapeſſe eſſerſi queſta collocata ad un livello più baſſo, ſe le chiaviche più moderne aveſſero le loro ſoglie tutte più baſſe di quella delle antiche nelle medeſime vicinanze, ſe qualche tratto di campagna aſſai baſſa, che prima era paludoſa per non avere ſcolo aſſai felice entro il fiume, ſi trovaſſe eſſiccata per aver cominciato a tramandarvi le ſue acque, tutti ſarebbero indizj di abbaſſamento dell' alveo del fiume. E al contrario ne indicherebbe alzamento l' eſſerſi perduto lo ſcolo di terre, che prima ne godevano o immediatamente nel fiume, o ne' ſuoi influenti, come pure l' eſſerſi i detti influenti rialzati di letto, maſſimamente nelle parti più vicine a' loro sbocchi, le quali prima delle altre debbono riſentirne gli effetti.

Ove manchino indizj dedotti dall' eſperienza, lo ſtabilimento del letto d' un fiume ſi può ragionevolmente dedurre da queſto ſolo, che per lo corſo di molti anni non ſia ſtata fatta in eſſo alcuna novità atta ad alterarne lo ſtato. Quando dunque non ſiano ſtate introdotte in eſſo nuove acque, ne diramate le ſue, quando non ne ſia ſtato naturalmente, o artificialmente nè allungata, nè raccorciata la linea, nè cangiato lo sbocco, quando le materie, che egli porta miſte alle ſue acque ſieno tuttavia della medeſima condizione di prima, niuna cagione, può eſſervi, per cui non debba in sì lungo tempo riputarſi ſtabilito.

Al contrario ſe foſſe accaduta di freſco nel fiume qualche rotta, per cui egli in tutto, o in parte ſi foſſe deviato dal ſuo alveo, ſe vi foſſe ſtato introdotto poc' anzi qualche nuovo torrente, e più ancora ſe queſto vi recaſſe ghiaja più greve di quella dello ſteſſo fiume; ſe la linea di queſto ſi foſſe prolungata nel mare, o fra paludi, ſe lo sbocco ne foſſe ſtato recentemente traſportato ad altro termine più alto, o più baſſo, o pure ſe ritenuta l' iſteſſa altezza del termine, il fiume vi giungeſſe per una ſtrada più lunga, o più breve della prima, ſi potrebbe ragionevolmente temere, che dopo tali mutazioni l' alveo non foſſe per anco ſtabilito, nè ſarebbe ſicuro per livellarne in tale ſtato la pendenza per ſervirſene di norma nella nuova inalveazione da farſene.

In propoſito de' fiumi, che vanno vagan-

feriori (*a*). (3) Si deono *misurar le sezioni del fiume* stesso, prima, che patisca alcuna alterazione da altri fiumi influenti, ad effetto di accertarsi

---

gando per paludi, e fra esse prolungano il loro alveo, si dee osservare, che l'atto di un tale prolungamento il più delle volte non è perpetuo, ma interrotto, mentre (per le cose dette nel capo 13.) il fiume, entrato che sia in una palude, lungo tempo può trattenervisi senza farsi per essa il nuovo letto, e in tale stato il suo sbocco nella palude serve di ultimo termine al letto superiore, il quale perciò può aver tempo di stabilirsi, fino a che interrita la palude si scopra in essa il prolungamento dell'alveo, e allora solo anche il fiume superiore dee tornarsi ad alzare, e in tale stato non può considerarsi come stabilito; che se dopo ciò si avanzerà il fiume a sboccare in un'altra palude inferiore si potrà di nuovo per qualche tempo stabilir l'alveo superiore, e un'altra volta poi sconcertarsi, quando il fiume si sia incassato in quest'ultima palude. Questo è ciò, che è accaduto nel nostro Reno a misura, che è andato interrando ora una, ora un'altra delle valli, per le quali si fa vagare; e con ciò si spiega come l'alveo di esso più volte livellato, e specialmente negli anni 1693, 1716, e 1720. si è ogni volta trovato di mano in mano più alto sopra i medesimi termini fissi, ma tuttavia sempre colla medesima declività cioè sempre a un dipresso in ragione di 15. once per miglio di misura Bolognese.

Intorno alle livellazioni, colle quali prescrive l'Autore doversi cercare la pendenza naturale del fiume, che si suppone stabilito, oltre tutte le avvertenze da lui date in questo, ed in altri luoghi della presente sua opera, si vuol ricordare, che ciascun fiume, benchè abbia in ciascun tratto una determinata pendenza propria alla forza delle sue acque, e alla condizione delle materie, che ivi porta, nulladimeno questa pendenza non è sì rigorosamente limitata dalla natura, che perpetuamente debba in quel tratto trovarsi la medesima, anzi dee andarsi librando fra due termini estremi, accrescendosi alquanto nelle minori escrescenze del fiume, e scemandosi nelle maggiori, come si è detto in diversi luoghi del capo 5, e particolarmente nell' annotazione 18. c. 331., e con ciò si può rendere ragion delle piccole diversità, che sono state talvolta trovate nelle pendenze d'un medesimo fiume, e di un medesimo tratto di esso. Quando dunque si voglia fare nuova inalveazione non v'ha dubbio, che per istar sul sicuro non si debba prendere per pendenza naturale piuttosto la maggiore, che la minore di quelle, che colle livellazioni si saranno trovate in un tratto determinato, tornando conto in simili casi ingannarsi anzi nel più, che nel meno per giudicare con maggior sicurezza intorno alla sufficienza della caduta nel nuovo alveo.

Conviene ancora avvertire, che ad effetto di ben'accertare la detta natural pendenza fa d'uopo continuar la livellazione del fiume per la lunghezza di qualche miglio potendo, nelle piccole distanze restar'oscurata la giusta misura dell' inclinazione, che si cerca dalle irregolarità del fondo. Anzi in vece di livellarne il fondo, è più sicuro di livellarne il pelo dell'acqua bassa in istato permanente [da riconoscersi con segni posti a fior d'acqua] e tale, che essa bagni da ripa a ripa in poca altezza, che con ciò si ha un piano più regolare, e che sarebbe esattamente parallelo al piano del fondo, se questo non avesse le irregolarità predette. Si potrebbe eziandio livellare il pelo di una piena, riconoscendo negli argini i segni da essa lasciati; ma trattandosi di voler sapere l'inclinazione del fondo non è sicuro valersi del pelo alto, se non dove questo cammina parallelo al fondo, il che secondo le cose dette altrove non si verifica per tutta la lunghezza del fiume.

(*a*) Conosciutasi colle livellazioni la pendenza del fiume da divertirsi, non si dee pronunciare, che la medesima debba esser quella, che si dovrà dare all'alveo della diversione senza ponderar prima le cagioni, che ponno esservi di mutazione di tal pendenza. Perchè se il fiume nel tratto livellato a cagione d'esempio porterà una qua-

tarsi della larghezza dell' alveo, e dell' altezza delle ripe, che addimanda, avvertendo di non prenderle in sito di rigurgito, qual volta egli vi sia soggetto. (4) Si dee *livellare la campagna per quella linea, per la quale si pretende formare il nuovo alveo*, sino al termine, al quale si vuole sboccarlo; e quivi *accertarsi della massima bassezza di questo*; come per esempio, se è il mare, del sito, al quale il medesimo s' abbassa nel riflusso; e se è un' altro fiume, del termine dell' acqua bassa, essendo perenne, o pure del di lui fondo, qual' ora sia temporaneo. (5) Quando il nuovo alveo abbia da sboccare in acqua perenne, si dee *cercare se nel contorno v' è altro fiume, il quale presso a poco, sia della stessa grandezza*, e qualità di quello, che si vuole inalveare, e scandagliare in esso, quale altezza d' acqua, il medesimo abbia al suo sbocco, in tempo d' acqua bassa del recipiente, coll' avvertenza di sfuggire i gorghi, che accidentalmente vi si fanno. (6) E' necessario di *ponderare la caduta, che ha il fondo del fiume nel principio della nuova inalveazione sopra il fondo, che dee avere lo sbocco*, il quale sarà tanto più basso della superficie dell' influente, quanto si sarà trovato essere quello dell' altro fiume sopraddetto (*a*); e trovando caduta minore di quella dell' alveo vecchio sarà difficile, che, in vece di ricavare vantaggio dalla nuova inalveazione, non se ne riportino danni maggiori de' primi; ma, trovandola

 ugua-

qualità di materia come di ghiaia, ma la diversione debba farsi più in giù in sito, ove non porti più, che arena; o se nel detto tratto superiore correrà solitario, ma di sopra al punto, onde vuol divertirsi, sarà già arricchito di altre acque; è manifesto, che la pendenza da darsi al nuovo alveo sarà diversa da quella del tratto livellato nel vecchio. A ciò dunque vuole l' Autore, che si abbia riguardo, o pure sarà meglio scegliere per la livellazione del fiume un tratto di esso vicino al punto della diversione, e piuttosto inferiore, che superiore, in cui tutte le circostanze debbano esser le medesime, e in tal caso la pendenza trovata sarà quella, che dovrà serbarsi nell' inalveazione.

Pretendono alcuni, e con qualche apparenza di ragione, che ne' tratti de' fiumi, i quali non portano più, che arena, le declività scemino andando all' ingiù a misura, che la sabbia si va assottigliando, il che se sussistesse potrebbe dar qualche ulterior lume per la pratica di simili derivazioni, e qualche vantaggio nelle cadute. Quello, che intorno a ciò saprei dire è, che nel Reno, dallo sbocco della Sammoggia in giù per 12, e più miglia, non si osserva con evidenza alcuna degradazione sensibile nelle inclinazioni, con tutto, che paia certo, che la sabbia di esso sempre si faccia di mano in mano più minuta.

(*a*) Per superficie dell' influente s' intende quì la superficie comune ad esso, e al recipiente nel punto dello sbocco, giacchè in quel punto debbono concorrere amendue le superficie a volere, che lo sbocco sia stabilito, e quale glie lo darebbe la stessa natura, per le cose dette nel capo 8.

Dal non aver considerato questo profondamento dello sbocco de' fiumi sotto il pelo del recipiente con figurarsi, che l' influente dovesse piuttosto stramazzare da alto sopra di esso, e non seppellirsi tutto sotto la detta superficie, sono nati molte volte o sinistri giudizi intorno la possibilità delle inalveazioni proposte, o calcoli di spese immense nelle arginature delle dette inalveazioni, figurandole assai più alte del bisogno.

uguale, o maggiore, si dee osservare, come la medesima s' accomodi alla superficie della campagna. (7) E perciò si dee *delineare il profilo della campagna livellata*, colle sue misure di altezza, e lunghezza, e sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione, cominciando dalla parte inferiore, cioè, dal fondo, che si pretende dover' essere quello della foce, e continuandola all' insù colla stessa inclinazione, che ha quello del fiume vecchio (*a*). In questa operazione si troverà, quale, e quanta debba essere l' escavazione sotto il piano di campagna; se il fondo del fiume cammini in alcun luogo sopra di esso; se abbia bisogno d' argini, o se sia per correre incassato; e perciò se sia per portare nocumento agli scoli delle campagne, in caso, che ne venisse interfecato qualcuno; se i medesimi debbano essere obbligati alla soggezione delle chiaviche, o pure aver' esito nell' alveo nuovo con foce aperta; ed in sostanza *paragonando le condizioni dell' alveo nuovo con quelle del vecchio, facilmente si conoscerà l' utile, che se n' è per ricavare*, e se questo meriti la spesa dell' operazione. (8) Se il termine della nuova inalveazione è un' altro fiume, bisogna *mettere a conto l' escavazione del fondo, che dee succedere al fiume recipiente, e quella, che dovrà succedere nell' alveo del nuovo fiume, a causa de' rigurgiti*, le quantità delle quali due escavazioni non si ponno esattamente deter-

(*a*) Il metodo che quì prescrive l' Autore di delinear le cadenti degli alvei destinati a' fiumi, cominciando dalla parte inferiore, e dal fondo dello sbocco, e venendo alla superiore con quella pendenza, che si è trovata essere naturale (in parità di circostanze) al fiume da inalvearsi, è una conseguenza necessaria della dottrina da lui data in quest' opera, e specialmente nel capo 5, e nell' 8. intorno alle inclinazioni de' fiumi, e ai loro sbocchi, e da esso posta in chiaro in una breve Scrittura esibita nella visita del Reno fatta da' due Cardinali D' Adda, e Barberino del 1693., la quale Scrittura si può leggere a carte 165. del 2. tomo della raccolta stampata in Firenze degli Autori, che trattano del moto delle acque, e nel Tom. V. di questa Edizione. Benchè tal regola sia stata a' giorni nostri comunemente adottata da chiunque ha fior di senno, nulladimeno non mancano uomini per altro esperti, che non se ne sono per anco renduti capaci, ingannati, come è da credere, dall' autorità d' alcuni più antichi, e dall' esempio di quello, che questi avevano giudicato in casi simili, e nominatamente in quello del Reno, come si vede da alcuni profili, che sono alle stampe. Pretendono essi, che la linea cadente da darsi al fondo del nuovo alveo d' un fiume, che si voglia divertire, sia quella retta, che si tirerebbe dal fondo, che si trova aver questo fiume nel punto destinato alla sua diversione al fondo dello sbocco, che si assegna al detto nuovo alveo. A quelli, che così l' intendono si potrebbe domandare, se direbbero lo stesso, quando il fondo del fiume nel punto della diversione fosse alto v. g. un piede, o due di più di quel, che egli si trova essere, e quando lo neghino dovranno confessare, che il loro metodo non è universale, e rendere una ragione, per la quale così prescrivano doversi fare, quando il detto fondo ha una tal cadente sopra quello dello sbocco, e poi non vogliano, che lo stesso si faccia quando egli vi abbia un piede, o due di caduta di vantaggio; la qual ragione non potendo esser' altra, che questa, cioè, che la cadente

determinare; ma è certo, che influiſcono nell' abbaſſamento dello sbocco; conſeguentemente di tutta la linea cadente del fiume nuovo; e facendoſi lo sbocco al mare, ſi dee pur *far capitale degli effetti del fluſſo, e rifluſſo*, che ſono già ſtati annoverati a ſuo luogo, particolarmente quando la foce ſia ben diſpoſta, e non impedita da' venti. (9) Occorrendo diminuire con argini la nuova inalveazione, *ſi determini l' altezza di eſſi da una linea tirata dalla parte inferiore all' insù*, che dee cominciarſi poco ſopra il pelo più alto del recipiente, e mantenerſi ſempre ſuperiore all' altezza, che può avere il fiume nelle ſue piene (*a*); e perchè queſte

dente ſarebbe allora troppo ripida, e precipitoſa, e che il fiume colla ſua forza dovrebbe abbaſſarſela, dovranno anche render ragione come ſappiano, che per quei due piedi di più, divenga precipitoſa, quando con due piedi di meno ſtimavano, che ſteſſe a dovere; e in breve dovranno confeſſare, che la natura di quel fiume non è indifferente ad ogni pendenza, ma ne chiede una piuttoſto, che un' altra, nè occorre volergli preſcrivere quella, che riſulta dall' altezza del punto arbitrario della diverſione ſopra il fondo dello sbocco, che ſi è preſo anch' eſſo in diſtanza arbitraria, perchè ove un mero caſo non portaſſe, che tal cadente foſſe appunto quella, che richiede il fiume, ma foſſe più ripida, egli ſe la abbaſſerebbe eſcavandola, onde ſarebbe un' inutil gettito di danaro fargli due ſpalle d' argini così alti, e talvolta ſoſtenerlo col fondo in aria, ed ove foſſe più dolce del ſuo biſogno egli la alzerebbe interrandola, e ſi potrebbe trovar' ingannato chi faceſſe conto ſopra tal cadente di ſcolar le campagne. Che ſe poi diranno, che anco per un piede, o due di più d' altezza ſi dovrebbe tenere lo ſteſſo metodo, ſarà facile colla ſteſſa ragione condurli a confeſſare, che il metodo ſarebbe buono anche per dieci, per venti, e per cento piedi di più, che vi foſſero, e in breve ad accordare, che un letto di terra, quantunque ripido, e chino ſi voglia, non potrebbe eſſer roſo, nè abbaſſato dalla forza d' un fiume, che vi ſcorreſſe ſopra: aſſurdo anche peggiore del primo, e contrario alle perpetue, e manifeſte ſperienze. E perciò dovraſſi conchiudere, che il punto del fondo del fiume alla diverſione non è punto fiſſo, ma alterabile, nè può dar regola alcuna per la cadente [quando queſta ſi voglia tal quale la natura la darebbe a quel fiume, cioè ſtabilita, e inalterabile] laddove il punto dello sbocco, e la pendenza ſono due dati certi, e inalterabili, e con eſſi ſi può, e ſi dee guidar' il nuovo letto del fiume fino a piè del vecchio con ſicurezza, che un tal letto più non ſi alteri, e con ciò giudicar dal profilo ſe il fiume poſſa aver caduta nel detto letto, e di quanto ſi debba alzare, o abbaſſare nelle parti ſuperiori, per iſpianarſi anche al di ſopra un alveo continuato col nuovo, fino al detto sbocco.

(*a*) E' da avvertire, che nel determinare l' altezza maſſima del pelo del recipiente, ove queſto ſia un fiume, ſi dee metter' in conto anche quel di più, che egli può alzarſi per l' unione dell' influente oltre i ſegni, a' quali ſi alza prima di tal' unione: ciò dico è neceſſario a conſiderarſi almeno, per aſſicurarſi di contenere le prime piene de' due fiumi, che ſi incontraſſero ad un medeſimo tempo, comecchè nel proſeguimento ſia per ſuccedere, che il pelo del recipiente in luogo d' alzarſi maggiormente ſi abbaſſi a cagione dell' abbaſſamento del ſuo fondo, ſiccome ſi è moſtrato nel capo 9, e ſpecialmente nell' annotazione 11. c. 448.

Se poi il termine del nuovo alveo foſſe il mare, allora ſi potrà regolar la cadente de' ſuoi argini, tanto vicino allo sbocco, quanto nelle parti ſuperiori, coll' eſempio di quelle, che ha il medeſimo fiume preſſo il mare, caſo, che sbocchi in eſſo anche avanti la diverſione, o con quello di altri ſimili fiumi della ſteſſa ſpiaggia, che parimente vi sbocchino, e con ciò ſi potrà aver certezza di non errare nè col te-

ſte rieſcono meno declivi di ſuperficie per tutto il ſito, che riſente il rigurgito del recipiente; perciò vicino allo sbocco ponno eſſere gli argini, anch' eſſi, meno inclinati; ma più lontano deono, preſſo a poco, ſecondare col loro piano ſuperiore, la cadente del fondo dell' alveo. (10) *La diſtanza degli argini ſi deſume dal fiume vecchio*, ſe pure l' eſperienza non aveſſe moſtrato, ch' eſſa foſſe, o maggiore, o minore del biſogno; ma *vicino allo sbocco, deeſi ben' avvertire di tenerli abbondantemente diſtanti l' uno dall' altro*, a riguardo delle mutazioni di ſito, che per cauſe accidentali ponno avvenire allo sbocco medeſimo; particolarmente, quando non s' incontra di eleggerlo buono ſul principio. (11) *La larghezza dell' eſcavazione può determinarſi in due maniere*; perchè, ſe ſi pretende di voltar' il fiume tutto in una volta per l' alveo nuovo; allora biſogna darli la larghezza, ch' è propria del fiume vecchio; e ciò è neceſſario, quando, o la lunghezza dell' alveo nuovo ſia maggiore di quella del vecchio, ed eguale la caduta dell' uno, e dell' altro; o il filone del fiume non imbocchi bene la nuova eſcavazione; ed in tal caſo biſognerà inteſtare il fiume vecchio poco ſotto l' imboccatura del nuovo, per obbligare l' acqua a corrervi dentro; ma quando il guadagno della caduta foſſe conſiderabile, ed uguale, o minore la lunghezza della ſtrada; ed inoltre quando il filone entraſſe a dirittura nell' alveo nuovo, baſterebbe eſcavare l' alveo per la quinta, o ſeſta parte (più, o meno ſecondo le diverſe condizioni &c.) della larghezza naturale del fiume; perchè cominciando a correre l' acqua dentro l' alveo nuovo, e trovandovi facilità di corſo, col tempo ſe lo proporzionerà al biſogno, ed interrirà l' alveo vecchio.

Tutto ciò ſi dee intendere, riſpetto ai fiumi torbidi, poichè *quelli, che portano acque chiare, baſta, che abbiano apertura al termine inferiore, e non ſiano più baſſi di ſuperficie del medeſimo* per poterviſi portare: quanto però alla larghezza degli alvei, all' altezza, e diſtanza degli argini, ed alla facilità del corſo, non ſono diverſi gli uni dagli altri: ſi dee però conſiderare la poſſibilità degl' interrimenti, anche ne' fiumi d' acque chiare, per la corroſione, e dirupamento delle ripe, eſcavazioni di gorghi &c.; e la morale impoſſibilità di eſcavarli, interriti che ſiano; e perciò non torna il conto d' azzardarſi con difetto di caduta, a fare nuove inalveazioni di gran lunghezza, e larghezza; partico-

tenerli inferiori al livello della maſſima altezza del mare, che dà regola ad eſſi preſſo lo sbocco, nè col mancare di debitamente inclinarli per imitare la cadente della piena alquanto più ſopra lo sbocco, la qual cadente ſuol' eſſere ivi più inclinata di quella del fondo del fiume, e di quella dell' acqua baſſa; e tanto più ſi ſarà ſicuro di ſecondar con ciò la ſuperficie alta del fiume, quanto più eſattamente ſi imiteranno le degradazioni delle larghezze degli altri fiumi ſimili nel loro accoſtarſi al mare.

ticolarmente quando l'acqua è perenne, e non si ha dove divertirla, in occasione di voler espurgare i fondi interriti.

Quando *l' inalveazione nuova* ha da essere *destinata a ricevere più fiumi*, che dentro vi scorrano, ed abbiano foci diverse, deono distinguersi due casi. Perchè, o i fiumi sono di simile, o di differente natura: sono di simile natura quelli, che nelle confluenze portano materie omogenee; e di differente natura sono quelli, de' quali la materia portata fino alle foci è di sostanza diversa.

Se si darà il caso, che *i fiumi da unirsi in un solo letto, portino tutti materia omogenea* (per esempio, arena &c.) nel sito dell' unione; e che quello, che ha da ricevere gli altri, abbia caduta, e forza sufficiente, a spingerla fino al suo termine, e che la situazione della campagna concorra a mantenerlo incassato, sarà di esito sicuro la nuova inalveazione; perchè essendo l' unione di più acque correnti, cagione di maggiore profondità negli alvei, e di maggiore bassezza nelle massime piene; ed in oltre rendendosi con ciò minore la necessità della caduta dell' alveo (*a*); manifestamente ne segue, che *quel pendio, che basta ad un solo fiume sarà tanto più bastevole a molti uniti insieme*; e se il piano di campagna può tenere incassato il primo, potrà essere molto più capace di tenerne incassati molti: anzi quando nell' inalveazione di un solo fiume, si potesse dubitare di qualche picciolo danno, dipendente dalla soverchia altezza del fondo; l'accoppiamento di altri, potrebbe esserne il rimedio. Solo resta in questo caso incerta la larghezza dell' alveo (*b*), la quale dipendendo dalla natura del terreno, più, o meno facile da cedere al corso del fiume; e dall' abbondanza dell' acqua del medesimo, non si può esattamente determinare; nulladimeno non vi potrà correre grande sbaglio, se si avvertirà a ciò, che succede in casi

(*a*) Siccome questo discorso non si applica, che a quel caso, in cui le acque correnti de' fiumi insieme si uniscano nelle loro piene, così non si dee indifferentemente adattare ad ogni influente, che debba entrare nel nuovo alveo, ma solo a quelli, che ordinariamente abbiano le loro piene contemporanee a quelle del fiume, che si tratta di divertire, e quando altrimenti fosse, non si potrebbero aspettare di tal' unione i vantaggi, che quì si considerano, anzi ove il fiume influente da se solo richiedesse maggior pendenza di quella del solo recipiente converrebbe, che si alzasse il fondo dell' alveo comune, quando le piene dell' influente vi entrassero senza le acque dell' altro.

(*b*) Tale incertezza sarebbe anco maggiore, ove le piene dell' influente non fossero contemporanee a quelle del fiume, che lo riceverebbe, mentre allora se all' alveo comune della confluenza in giù si sapesse anco assegnare quella giusta larghezza, che richiederebbero le loro piene unite, tal larghezza riuscirebbe soverchia nel caso più ordinario, in cui le piene venissero separate, e ne seguirebbe ristrignimento del detto alveo comune, il qual ristrignimento nell' altro caso possibile, che le dette piene s' incontrassero ad un tempo stesso, potrebbe poscia portar seco pericolo di trabocchi; nè mai si potrebbe il detto alveo comune ridurre a perfetto stabilimento.

casi simili a quello, che si ha tra le mani, oltre che, se si ha bisogno d'argini, basta abbondare nella loro distanza piuttosto, che mancare; e se questi non saranno necessarj, l'elevazione, che farà la terra scavata dall'alveo nuovo, e gettata sulle sponde di esso potrà servire di riparo, occorrendo, alle espansioni del fiume, sin tanto che acquistando il fiume da se la larghezza dovuta alle sue circostanze, si avrà proporzionato l'alveo.

Si dee inoltre riflettere, che *la nuova inalveazione può esser cagione, che i fiumi influenti in essa, abbenchè prima portassero materia omogenea, comincino poscia a portarla eterogenea*: ciò potrà succedere, quando il fondo dell'influente, nel sito, dove fosse intersecato dal nuovo alveo, restasse molto superiore alla linea cadente del fondo dell'inalveazione, e che dovendo abbassarsi, aggiugnesse caduta considerabile al suo letto superiore, il quale perciò si rendesse idoneo a spingere la ghiara nell'alveo nuovo, sebbene prima non ne portava; il che accadendo, potrebbe esservi qualche dubbio di buon'esito, ed avrebbero luogo delle considerazioni ulteriori. Quindi è, che per accertarsi, che i fiumi uniti si conservino sempre della stessa natura, è necessario tal sito per l'inalveazione, che, quando anche s'accrescesse la caduta ad alcun fiume influente, non possa sensibilmente mutarsi la di lui natura nella confluenza; o pure quando la necessità ricercasse l'elezione di sito diverso, bisognerebbe provvedervi con fabbriche di muro, a modo di chiuse, o cateratte, atte a sostentare il fondo del fiume allo sbocco, e ad elevarlo anche qualche poco di più, se si ha dubbio, che la velocità dell'acqua cadente dalla chiusa possa rapire dalle parti superiori materia pesante, e portarla nel nuovo alveo.

Al contrario, se il fiume influente avrà, nel sito dell'introduzione, il fondo considerabilmente più basso della cadente della nuova inalveazione: egli è evidente, che dovrà alzarsi allo sbocco, sino al sito, ch'è dovuto alla natura delle foci, e che in conseguenza interrirà il proprio alveo sino a quel segno; quindi è, che prima di fare simili operazioni, non solo è necessario di considerare il sito dell'alveo nuovo; ma inoltre quello di tutti i fiumi influenti, per assicurarsi, se fatta che sia l'inalveazione, siano i loro letti per elevarsi, ed interrirsi, o per abbassarsi, ed escavarsi: e ciò affine di trovare i rimedj opportuni alla qualità degli sconcerti, che nell'uno, e nell'altro caso fossero per succedere. Per altro, anche *in questa sorte d'inalveazione sono necessarj tutti gli avvertimenti, e regole addotte di sopra, per l'inalveazione d'un fiume solo*.

Quando *i fiumi* siano *di differente natura*, è d'uopo distinguere più casi; perchè se i fiumi superiori porteranno materia più pesante degl' infe-

inferiori; come sarebbe a dire, se il fiume principale portasse ghiara grossa; il primo influente più minuta; il secondo anche più minuta; e così gradatamente sino agl' inferiori, che portassero sola arena, o limo; in tali circostanze (se, per tutto lo spazio, nel quale i fiumi portano ghiara, vi sarà caduta uguale, a quella, che ha da avere il fiume principale, nel principio della nuova inalveazione; e da lì in giù, uguale a quella, che ha il fiume predetto in sito, dove corre in arena; e che concorrano tutte le altre circostanze per un' utile, e buona operazione) si potrà assicurare della buona riuscita di essa: la ragione, anco in questo caso, è manifesta; perchè, se il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo, unito che sia con altri (a); tanto più, che si suppone la caduta idonea a spingere ghiare più grosse per tutto il tratto, nel quale i fiumi influenti possono portare la ghiara nel nuovo fiume; e sebbene si può dubitare, che l' unione di più acque possa spingerla più giù di quello, che si figura: ciò non ostante però, questo difetto probabilmente sarà compensato dalla caduta, che nell' unione di più fiumi, richiedesi minore di quella, che si suppone convenire ad un solo; e dalla diminuzione delle ghiare, che tira seco la necessità di minore pendio. *Questo* però *è un punto da considerarsi sul fatto*, e che richiede un giudicio ben pensato, per fare un' aggiustata compensazione degli eccessi, e dei difetti.

Ma quello, che porta seco maggiore difficultà, e che non può accertatamente praticarsi, se non quando si ha caduta esorbitante, ed altezza di piano di campagna considerabile, si è il *caso nel quale i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale, nel punto dell' intersecazione*; poichè egli è certo, che, quando anche la caduta del nuovo alveo fosse tanta, che bastasse per lo corso del primo fiume, che v' entra; non perciò si può con sicurezza concludere, che possa bastare per tutti; attesochè, se i fiumi inferiori vi porteranno dentro ghiara grossa, che faccia in esso qualche elevazione, può essere, che questa sia tanto grande, che tolga la caduta al fiume principale, e l' obblighi perciò ad elevarsi di fondo; potendo ben giovare l' unione dell' acqua, a fare, che la materia deposta non renda l' alveo tanto declive, quanto richiede d' essere quello dell' influente; ma non già ad impedirne affatto la deposizione, la quale in certi casi, potrebbe essere tanto grande, che facesse elevare il fondo del nuovo alveo sopra 'l pia-

(a) Anche questo discorso suppone, che le escrescenze de' fiumi siano almeno per l' ordinario contemporanee, e perciò si applica a quei soli fiumi, ne' quali concorre tal circostanza, e qui di nuovo hanno luogo le riflessioni fatte nelle due note antecedenti. c. 559.

piano delle campagne. Lo stesso può succedere al primo fiume influente per le deposizioni del secondo; al secondo per quelle del terzo, e così successivamente, finchè s'arrivi ad uno, la cui caduta al suo termine basti, (senza far nuovo alzamento, o tale da formontare le ripe,) per ispingere le ghiare proprie fino al termine prescritto loro dalla natura, e per farlo correre felicemente allo sbocco.

Per assicurarsi della quantità dell'alzamento di fondo, ch'è per seguire in questi casi, *sarebbe necessario d'inventare un metodo di delineare le linee cadenti del fondo de' fiumi uniti, in ogni possibile circostanza*; ma questo fin'ora non è stato tentato, nè trovato da alcuno; e forse, se non è impossibile, almeno è tanto difficile, che moralmente può equipararsi allo stesso impossibile. Quindi è, che mancando una regola certa per fare inalveazioni di questo genere, si ha bisogno di cercare altri mezzi per potere, se non certamente, almeno con molto di verisimilitudine, giudicare della loro possibilità.

Pare assai conforme alla natura, ed alle osservazioni, le quali si sono fatte de' fiumi, che le ghiare introdotte in un fondo orizzontale, non possano essere trasportate all'ingiù per qualunque forza d'acqua corrente; e di fatto non si vede, che i fiumi reali ne portino di sorte alcuna al loro sbocco; anzi io ho sempre creduto, come ho motivato in altro luogo, che la cagione, per la quale il Pò ha stabilito il suo alveo per mezzo della gran pianura della Lombardia, sia stata, che i fiumi influenti dall'una, e dall'altra parte, colla deposizione delle materie ghiarose, lo abbiano impedito di stabilirsi in altro luogo, che in quello in circa, dove egli corre al presente; ed in fatti si vede, che tolto quel tratto del di lui alveo, per lo quale corre su il fondo continuatamente ghiaroso, non riceve più da alcuno de' fiumi influenti altra materia, che arenosa. Quindi pare, che si possa raccogliere, che *le cadenti de' fiumi in ghiara, quantunque abbondanti di acqua, desiderino qualche declività*, la quale probabilmente dee essere maggiore di quella, ch'è dovuta a' fiumi mediocri, che corrono in arena; cioè a dire più di quindici, o sedici oncie per miglio, e tanto maggiore, quanto i fiumi sono più scarsi di acqua, e le ghiare più grosse. Egli è poi certo, che le cadenti superiori deono appoggiarsi sopra le inferiori; cioè a dire, che, siccome la cadente ultima del fiume viene regolata dalla bassezza dello sbocco, così il termine di quella, che è immediatamente superiore a questa, si regola dall'altezza dell'ultima nel suo principio, e così successivamente; quindi è, che quando nelle parti inferiori di un fiume sia necessaria molta declività, ragionevolmente può dubitarsi, che il piano di campagna non possa sostenere l'inalveazione; e perciò nell'ultimo caso addotto, è più da dubitarsi di sinistro esito, che da sperarsi buona riuscita. Un

Un sol metodo vi è, che possa dare qualche barlume in materia così ardua, ed è di *considerare l'inalveazione gradatamente, come se si dovesse inalveare solo l' ultimo fiume al termine preteso*, e vedere ciò, che sia per riuscirne: indi figurandosi fatta questa inalveazione, qualvolta sia ella possibile, o in istato da potere migliorarsi coll' unione di un' altro fiume, cercare, qual' esito avrebbe l' introduzione del fiume immediatamente succedente, nell'alveo del già detto; e parendo, che questa sia riuscibile, passare alla considerazione del terzo, e così successivamente sino al fiume principale, e quando si trovasse, che, ad uno ad uno, dessero speranza di buona riuscita, allora, in caso di precisa necessità, potrebbe farsi l'inalveazione del fiume inferiore, ed aspettarne il successo, il quale corrispondendo al figurato, si potrebbe passare all'inalveazione dell'altro; e così proseguire, osservando sempre, prima d'intraprendere nuova operazione, il successo della precedente; e trovando qualche effetto non pensato a svantaggio dell' inalveazione, segno sarà di essere arrivato a quel termine, che la natura permette; e conseguentemente non sarà buon consiglio l'avanzarsi più oltre.

La considerazione dello stato della campagna, per la quale si pretende far passare il nuovo alveo; e dell' altezza, e declività della medesima; del modo, con che ella è stata fatta, cioè, se naturale, o fatta dalle alluvioni; degli effetti de' fiumi, i quali la bagnano; delle loro circostanze; della situazione degli scoli, e loro termini; e molto più il riflesso ad altre operazioni di simil natura, qual volta se n' abbia l' esempio; e l'esame degli effetti, che ne sono derivati, ponno, alle occasioni, suggerire de' motivi per maturare, o negligere le proposizioni di questa sorte d'inalveazioni. Le livellazioni esatte de' termini, e de' mezzi dell'inalveazione proposta, regolata ne' termini di già addotti; l' osservazione del fondo de' fiumi influenti, e della materia, che portano; quella di altri fiumi uniti; ad oggetto di dedurne dall' esperienza la degradazione delle cadenti; e tutte le altre inspezioni proposte negli altri casi di sopra mentovati, potranno poi somministrare i mezzi per istimare, presso a poco gli effetti, che potranno derivare da ciascheduna delle inalveazioni, da esaminarsi col metodo precedente, prima di mettere mano all'operazione.

IL FINE.

Tom.II. Tav: I.
Fig.1.
Fig.4.
Fig.11.
Fig.12.
Fig.22.
Fig.14.
Fig.16.
Fig.21.
Fig.23.

Tom.II. Tav.II.
Fig. 24.
F. 32.
Fig. 33.
Fig. 25.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 35.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 49.
Fig. 50.

Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 65.
Fig. 64.
Fig. 69.
Fig. 70.
Fig. 77.

Tom: II. Tav: IV.
Fig: 78.
Fig: 81.
Fig: 82.
Fig: 87.
Fig: 88.
Fig: 94.
Fig: 95.
Fig: 97.
Fig: 99.

Fig. 100.
Fig. 101.
Fig. 111.
Fig. 1.
Fig. 106.
Fig. 108.
Fig. 110.
Fig. 116.
Fig. 4.
Fig. 6.

Tom.II. Tav.VI.
Fig.4.
Fig.7.
Fig.8.
10.

Tom: II. Tav: VII.

Fig: 13.

15.

Fig: 18.

19.

Fig: 16.

Fig: 21.

3 · 2 · 224

Tom: II. Tav: IX.
F.32.
A
B
G
F
C
K
L
D

Tom: II. Tav: X.
Fig. 35
A
H
N
L
K
D
C
C
B
A
Fig.
F
E
G
E
A
F
B

Tom: II. Tav: XI.
Fig: 39.
Fig: 43.
Fig: 44.
Fig: 47.
Fig 48
E
C
V
N
X
B
F
G
A
D
K
H

Fig: 50.
Tom: II. Tav: XII.
Fig: 51.

Tav. XIII.
Pietra e Cima degl'incastri
d'acqua del Fiume
d'acqua della Chiavica
E
E
Soglia della Chiavica
B
trenta Bolognesi
20
30

Pontanea piana
T. II. T. XIV.
Fig. 55.
Pon
Botte sotterranea Concava

Tom.II Tav.XV.
C
B
K
M

Tom. II. Tav. XVI.
D
e
f
a
d
i
k
g
h
b
c
E
F
A
D
G
B
G
H
C

Fig: 60.

Fig: 61.

Fig: 66.

Fig: 65.

Fig: 68.

Tom. II. Tav. XIX.
Fig. 83.
Fig. 86.
Fig. 91.
89.
Fig